2e ANNÉE N° 20 30 OCTOBRE 1891

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

L'ÉPUISEMENT DES TERRES PAR LA CULTURE SANS ENGRAIS

ACIDE PHOSPHORIQUE

Depuis 1875, époque à laquelle a été dessiné le champ d'expériences de l'École de Grignon, j'ai cultivé quelques parcelles sans leur fournir d'engrais pour savoir après combien d'années elles manifesteraient des signes non équivoques d'épuisement.

Dès 1887, cet épuisement devint sensible : tandis qu'on obtenait 40.000 kilos de betteraves à sucre environ sur des parcelles maintenues en bon état de fumure, les rendements tombaient, sur les parcelles restées depuis douze ans sans engrais, à 10 et à 13.000 kilos de racines à l'hectare.

Quels étaient les éléments disparus dont l'absence se faisait si cruellement sentir? C'est là le point qu'il fallait éclaircir.

Les dosages d'azote accusaient encore dans le sol : $1^{gr}5$ environ par kilo, quantité très suffisante, d'autant plus qu'en étudiant les eaux de drainage écoulées de ces parcelles, on y trouvait une quantité notable de nitrates, supérieure à celle qui est nécessaire pour alimenter d'abondantes récoltes.

Les dosages du carbone des matières organiques montrèrent au contraire une diminution très considérable de l'humus, en même temps que l'examen des eaux de drainage indiquait que la matière organique restante était très différente de celle qu'on trouvait dans les terres en bon état de fumure. Celles-ci laissent écouler des eaux ambrées, tandis que les terres épuisées fournissent des eaux incolores ne renfermant pas de matière organique.

L'humus disparaît donc assez vite d'une terre cultivée sans engrais, et l'on conçoit qu'il en soit ainsi; la terre est peuplée d'une multitude d'insectes, de microorganismes qui brûlent la matière organique et fournissent les quantités notables d'acide carbonique que décèle l'analyse de l'air confiné dans la terre arable.

I

Je ne veux pas cependant insister sur ce point aujourd'hui, mais attirer l'attention sur un autre élément de fertilité, sur l'acide phosphorique. Il est inutile, dans une *Revue* qui s'adresse à un public d'une instruction très étendue, d'insister sur l'utilité agricole de l'acide phosphorique : le mot qu'a inséré Th. de Saussure dans ses admirables *Recherches chimiques sur la végétation*, écrites au commencement du siècle, reste absolument juste : « J'ai trouvé le phosphate de chaux dans les cendres de toutes les plantes que j'ai examinées et il n'y a aucune raison de supposer qu'elles puissent exister sans lui. » Il était donc naturel, en voyant les récoltes diminuer sur les parcelles sans engrais, de rechercher si elles renfermaient encore une quantité suffisante d'acide phosphorique.

Les terres du champ d'expériences de Grignon maintenues en bon état de fertilité renferment de $1^{gr}5$ à $1^{gr}2$ d'acide phosphorique par kilogramme, et, contrairement à ce qui arrive pour les nitrates qui sont entraînés par les eaux de drainage, les phosphates ne s'y rencontrent qu'en proportions insignifiantes; il n'y avait donc d'autres

déperditions à craindre que les prélèvements des récoltes et ceux-ci sont en général trop faibles pour qu'on pût supposer *a priori* qu'ils eussent soustrait au stock énorme d'acide phosphorique, que renfermait le sol de Grignon, une quantité suffisante pour amener la stérilité. Ce fut donc un peu par acquit de conscience, qu'au printemps de 1889, un peu tardivement peut-être, je mis sur un trèfle qui garnissait les parcelles épuisées, une faible dose de 200 kilos à l'hectare de superphosphates; l'effet ne fut pas bien sensible et je n'y pensais plus, quand, en 1890, le blé qui succéda au trèfle se montra infiniment plus beau, plus fort sur les parcelles qui avaient reçu le superphosphate l'année précédente que sur celles qui en avaient été privées : les parcelles phosphatées donnèrent la valeur de 22 quintaux de grains à l'hectare, rendement médiocre montrant que le sol n'était pas en bon état, puisqu'on en obtient dans les années favorables de 30 à 40 quintaux, mais bien que faible, infiniment supérieur cependant aux 8 quintaux que donnèrent les parcelles épuisées qui n'avaient pas reçu de superphosphates.

En 1891, de l'avoine fut semée sur une parcelle épuisée : sans phosphate, elle donna 28 quintaux métriques de grain à l'hectare; sa voisine, pourvue de phosphate, en donna 30^{qtm}, restant un peu inférieure aux autres terres en bon état, qui fournirent 36^{qtm}.

Les faits précédents sont singuliers, et ils méritent une analyse attentive : je les résume dans le tableau suivant :

	TERRES ÉPUISÉES		BIEN FUMÉES
	sans phosphates	avec phosphates	
Blé. 1890 (grain à l'hect.)	8 qtm.	20 qtm.	30 qtm.
Avoine. 1891 (gr. à l'hect.)	28 qtm.	30 qtm.	36 qtm.

Il est visible, ce que l'on sait depuis longtemps, que le blé est beaucoup plus exigeant que l'avoine, et je n'y insiste pas; mais l'avoine, pas plus que le blé, ne peut se passer d'acide phosphorique, et il faut admettre qu'elle sait le prendre et l'utiliser dans une terre où, au contraire, le blé est impuissant à le saisir et souffre de son absence. Pour concevoir comment des différences semblables peuvent se produire, il est nécessaire de rappeler à quel état se trouve l'acide phosphorique dans la terre arable.

II

Nous avons aujourd'hui d'excellentes méthodes de dosage de l'acide phosphorique : on attaque la terre par l'acide azotique et un peu d'acide sulfurique si elle est très calcaire; on évapore lentement à sec pour détruire la matière organique; on reprend par de l'eau aiguisée d'acide azotique et, après une digestion de quelques heures, on filtre, on rapproche les eaux de lavage maintenues toujours acides par l'acide azotique, jusqu'à les amener à une vingtaine de centimètres cubes; on y ajoute du nitromolybdate d'ammoniaque qui donne un précipité jaune grenu se rassemblant très bien dans les liqueurs chaudes et renfermant tout l'acide phosphorique, tandis que toutes les bases restent en dissolution.

Le précipité ne présente pas une composition assez constante pour qu'on puisse le peser : on le redissout dans l'ammoniaque, on ajoute des sels de magnésie, on sépare le phosphate ammoniaco-magnésien par le filtre et on dose enfin, soit en pesant le phosphate de magnésie apres calcination, soit à l'aide de liqueurs titrées d'urane; on trouve ainsi facilement l'acide phosphorique total contenu dans la terre analysée.

En employant ces méthodes, on dose de 3 à 4 millièmes d'acide phosphorique dans les sols de jardins, 2 et 3 millièmes dans les sols volcaniques, 2 millièmes dans les bonnes terres arables, et moins de 1 millième dans les terres pauvres.

Le sol du champ d'expériences, cultivé sans engrais, renferme 1 gramme environ d'acide phosphorique total; un hectare de 4000 tonnes en contiendrait donc 4000 kilos, et cependant cet hectare ne peut fournir à l'alimentation du blé, qui exige, pour 100 kilos de grain, environ 800 grammes d'acide phosphorique et pour 100 kilos de paille 220 grammes; les 8^{qm} de grain obtenu ont donc pris 6 k. 4 d'acide phosphorique et la paille correspondante 3, 5 ou environ 10 kilos; ainsi une très faible fraction de l'acide phosphorique total a été utilisé, et c'est seulement quand on a donné, avec les 200 kilos de superphosphates ajoutés, 32 kilos d'acide phosphorique au sol d'un hectare, que la récolte a pu s'élever à 22^{qm}, exigeant de 17 à 18 kilos pour le grain et 8 à 9 kilos pour la paille.

Il est visible que la plus grande partie de l'acide phosphorique, contenu dans la terre arable du champ d'expériences épuisé, s'y trouve à un état tel que les racines de blé ne peuvent pas s'en emparer, qu'il n'est pas assimilable; il n'en est plus ainsi dans le reste du champ qui est fumé régulièrement, car, sans addition directe d'acide phosphorique, on obtient les récoltes maxima, et habituellement les superphosphates n'exercent aucune action favorable.

L'acide phosphorique se rencontre donc dans la terre arable à deux états différents : il est engagé dans des combinaisons telles qu'il est utilisé par les végétaux; il se rencontre en outre sous une forme où il reste absolument inerte et inutilisable.

[1] *Ann. Agron.* Tome V. p. 160.

Pour distinguer ces deux formes, il importe de savoir comment se fait l'assimilation, de quelles matières les racines se saisissent.

Elles prennent : 1° des matières solubles dans l'eau, 2° des matières insolubles dans l'eau, mais solubles soit dans les liquides qui circulent dans la terre arable, soit dans les sucs légèrement acides qui imprègnent leurs tissus.

Le premier point ne mérite pas d'être discuté : on sait qu'il est possible de faire vivre des plantes enracinées dans des *dissolutions* nutritives, où elles acquièrent un développement normal ; on trouve en outre dans presque toutes les plantes des réserves, souvent considérables, de nitrates, qui ont été soustraites aux dissolutions contenues dans le sol.

Ce premier point n'a pas d'intérêt pour la question que nous abordons en ce moment : sans doute les phosphates alcalins sont solubles dans l'eau, mais ils sont retenus par les propriétés absorbantes des terres arables[1] et ne se rencontrent qu'en très minimes proportions soit dans les eaux qui circulent dans le sol, soit dans les eaux de drainage.

Ce n'est donc pas après dissolution dans l'eau pure, que les phosphates sont utilisés, mais seulement quand ils ont été arrachés au sol par des dissolvants plus énergiques, par l'eau aiguisée d'acide carbonique, ou encore par les sucs acides que sécrètent les racines. Ces sucs sont assez énergiques pour corroder le marbre ; l'expérience est facile à répéter. On place une plaque de marbre bien polie au fond d'une de ces terrines larges et plates qu'emploient les jardiniers pour faire des semis ; on recouvre cette plaque de sable, puis on y plante quelques haricots ; ils germent, leurs racines traversent le sable et viennent buter contre le marbre, elles rampent à la surface, le dissolvent, y creusent des sillons qui représentent exactement la trace des racines, avec leurs linéaments les plus délicats ; ils sont très visibles à l'œil nu.

Cette expérience montre que la racine s'insinue entre les molécules de terre, s'y applique, s'y moule, et qu'un contact intime s'établit entre la racine et le sol, contact nécessaire pour que les forces capillaires du végétal entrent en lutte contre les propriétés absorbantes du sol. D'une part la racine cherche à s'emparer de l'eau et des matières retenues par affinité capillaire, de l'autre la terre les retient. La victoire n'est complète ni d'un côté ni de l'autre, et quelque énergique que soit la force que dépense la racine, elle n'arrive jamais à dépouiller complètement la terre de l'eau et des matières assimilables qu'elle renferme : Julius Sachs a vu un pied de tabac enraciné dans une terre argileuse se faner par manque d'eau, quand la terre en contenait encore 8 centièmes.

C'est pendant ce contact intime que les sucs acides des racines agissent sur les matières absorbées retenues par la terre et finissent par les arracher ; il semble, d'après l'expérience que j'ai rapportée plus haut, que les racines de toutes les espèces n'exercent pas sur le sol la même action dissolvante ; nous avons vu que l'avoine paraît avoir su tirer parti des grandes réserves d'acide phosphorique du sol épuisé du champ d'expériences, des quantités suffisantes pour acquérir un développement normal, tandis que le blé en était incapable ; il y a là évidemment une notion nouvelle qui mérite une étude approfondie. Les plantes peu exigeantes, qui se développent encore dans de mauvais sols, sont peut-être des plantes à racines sécrétant des acides plus énergiques ou plus concentrés que ceux que produisent les plantes qui ne se développent bien que dans des sols fertiles.

Quel est l'acide sécrété par les racines, qui dissout le marbre et attaque parfois les phosphates du sol ? Est-ce seulement de l'acide carbonique ? Est-ce de l'acide acétique, de l'acide lactique, de l'acide oxalique, malique, citrique ? Nous l'ignorons encore, mais on peut supposer que c'est un acide faible, et j'ai pensé depuis longtemps qu'on pourrait peut-être se faire une idée de l'état dans lequel se trouvait l'acide phosphorique dans un sol, en attaquant non plus par l'acide azotique qui dissout tous les phosphates, mais par de l'acide acétique, et comme il s'agit de prévoir, par une attaque rapide, ce que fera le végétal pendant six mois de végétation, j'ai opéré à l'ébullition.

En attaquant la terre par l'acide acétique à l'ébullition, j'ai cherché à distinguer l'acide phosphorique assimilable de l'acide phosphorique total.

Ce mode d'opérer est-il justifié ? C'est ce que nous devons maintenant examiner.

III

La méthode de vérification est facile à imaginer ; si l'acide phosphorique soluble dans l'acide acétique mérite le nom d'acide phosphorique assimi-

[1] Les terres arables jouissent de propriétés absorbantes, analogues à celles du noir animal pour les matières colorantes ; si l'on agite une dissolution étendue de potasse, d'ammoniaque ou de phosphates avec de la terre, puis qu'on examine le liquide après cette agitation, on le trouve dépouillé des matières dissoutes ou au moins très appauvri. Les nitrates au contraire ne sont pas retenues : leurs dissolutions filtrent au travers du sol et sont entraînés au dehors ; toutes les eaux de drainage en contiennent ; elles les conduisent aux ruisseaux, aux rivières ; tous les fleuves jettent à la mer des quantités énormes de nitrates et c'est pour compenser ces pertes incessantes que les cultivateurs font de lourdes dépenses d'engrais azotés, qu'une véritable flotte est constamment employée à rapporter du Chili le nitrate de soude qui s'y trouve et qui constitue le seul gisement important d'azote combiné actuellement connu à la surface du globe.

lable, il est visible que nous devons trouver :

1° Que les terres, qui abandonnent à l'acide acétique une fraction notable de l'acide phosphorique total, ne doivent pas bénéficier de l'emploi des superphosphates; elles renferment assez d'acide phosphorique assimilable pour que l'addition d'une nouvelle quantité d'acide phosphorique soit inutile.

2° Qu'au contraire une terre qui ne cédera à l'acide acétique que peu ou pas d'acide phosphorique devra bénéficier de l'emploi des superphosphates.

Or l'expérience vient nettement appuyer ces prémisses; au champ d'expériences de Grignon, on trouve sur les parcelles en bon état de fumure environ 0 gr., 3 d'acide phosphorique soluble dans l'acide acétique par kilog. de terre ; les superphosphates n'exercent aucune action.

Le limon du Nil, dont la fertilité est proverbiale et qui renferme plus de 2 gr. d'acide phosphorique total par kilog., en abandonne 0 gr. 6 à l'acide acétique ; les terres de la Limagne d'Auvergne, sur lesquelles les superphosphates n'exercent aucune action utile, renferment un tiers environ de leur acide phosphorique total à l'état soluble dans l'acide acétique, c'est-à-dire de 0 gr., 5 à 0 gr., 7 par kilogr..

Réciproquement une terre du département du Nord sur laquelle les superphosphates sont nécessaires, ne donne que 0 gr.,1 d'acide phosphorique soluble dans l'acide acétique par kilog., c'est une proportion insuffisante ; enfin la terre épuisée du champ d'expériences de Grignon, sur laquelle les betteraves ou le blé ne peuvent plus se développer, n'abandonne plus à l'acide acétique que des traces indosables d'acide phosphorique.

Le procédé de recherche me paraît donc de nature à permettre de prévoir si l'emploi des superphosphates sera avantageux ou non ; comme cependant en ce moment les superphosphates se vendent à très bon compte, il est toujours utile de les essayer sur des surfaces peu étendues ; s'ils ne marquent pas et si l'analyse a indiqué que le sol cède à l'acide acétique une quantité notable d'acide phosphorique, les deux indications étant dans le même sens, il n'y a pas à hésiter : il faut cesser tout achat de superphosphate.

Si les deux indications sont d'accord, dans le sens opposé, c'est-à-dire si les superphosphates marquent et que l'acide acétique ne dissolve rien, l'acquisition des superphosphates s'impose : elle sera largement compensée par l'augmentation des récoltes.

Un dernier cas peut enfin se présenter : les superphosphates augmentent les récoltes et cependant l'acide acétique a dissous l'acide phosphorique ; il faut généralement en conclure que la couche superficielle est seule riche, qu'elle est peu épaisse, que le stok de terre dans lequel les racines puisent leurs aliments est restreint et que non-seulement il y a avantage à employer les superphosphates, mais qu'en outre il faut s'efforcer par des labours profonds et par de copieuses fumures d'augmenter l'épaisseur de la couche active.

IV

La méthode de recherche étant appuyée par les résultats constatés dans diverses cultures, un dernier point reste à élucider pour arriver à comprendre comment les parcelles du champ d'expériences cultivées sans engrais sont épuisées d'acide phosphorique.

Au moment où a été dessiné le champ d'expériences de Grignon en 1875, une fraction importante de l'acide phosphorique s'y trouvait à l'état assimilable ; cette fraction a persisté dans les terres régulièrement fumées, tandis qu'au contraire l'acide phosphorique assimilable fait défaut actuellement dans les terres maintenues sans fumure. Qu'est-il devenu?

Nous ne pouvons pas supposer que les récoltes aient été assez abondantes pour s'en emparer; en poussant les choses à l'extrême, les douze récoltes qui ont précédé les betteraves mal venues de 1887 ont peut-être pris chacune 30 kilos d'acide phosphorique ; ce serait donc 360 kilos d'acide disparu; or le sol contenait 1200 kilos environ d'acide phosphorique assimilable, c'est-à-dire trois fois plus que les récoltes n'ont pu en prendre. Une autre cause est donc intervenue et ce n'est pas aux seuls prélèvements des récoltes qu'on peut attribuer la disparition complète de l'acide phosphorique assimilable. Pour concevoir comment il a disparu, il faut remonter à des expériences déjà anciennes exécutées par le baron P. Thénard (1858); il avait été très frappé de voir que des terres argileuses, rougeâtres, par conséquent chargées d'oxyde de fer, amendées avec du noir animal, ne renfermaient plus, quelques années plus tard, que des phosphates de sesquioxyde, insolubles dans l'acide acétique. J'ai eu occasion d'observer le même fait sur une terre de Sologne ; il est facile, au reste, à reproduire au laboratoire : on dissout du phosphate de chaux gélatineux dans de l'eau de Seltz et on le met au contact d'une terre argileuse; après quelques heures tout l'acide phosphorique a disparu de la dissolution ; plus simplement, on agite une dissolution de phosphate de potasse avec du sesquioxyde de fer ou de l'alumine en gelée; ils arrachent l'acide phosphorique à la potasse ; celui-ci devient tout à fait insoluble et l'on conçoit par suite que du phosphate de chaux introduit dans le sol ou y préexistant passe peu à

peu à l'état de phosphate de sesquioxyde. Ces métamorphoses, ces changements dans les matières dissoutes introduites dans le sol sont très fréquents : on filtre sur de la terre légèrement calcaire du chlorhydrate d'ammoniaque ; on recueille du chlorure de calcium : l'ammoniaque a été retenue, la chaux a pris sa place.

Il est donc vraisemblable que dans notre sol de Grignon cultivé longtemps sans engrais, il n'y a pas eu réellement épuisement en acide phosphorique, mais métamorphose du phosphate de chaux ou de magnésie préexistant en phosphates de sesquioxyde insolubles dans l'acide acétique, et non assimilables, et que c'est à cause de cette transformation que les superphosphates apportant de l'acide phosphorique assimilable exercent une influence heureuse. Comment enfin n'en est-il pas de même dans les terres régulièrement fumées? Comment l'acide phosphorique y persiste-t-il sous une forme utilisable? Les raisons sont faciles à trouver : quand on distribue à une terre du fumier de ferme, on lui donne par tonne 3 kilog. d'acide phosphorique uni à de la potasse ou à de l'ammoniaque, par conséquent soluble dans l'eau ; les apports de fumier constituent donc une fumure phosphatée qui n'est pas sans importance ; mais en outre, le fumier apporte au sol une quantité notable de carbonate de potasse ; le fumier a toujours une puissante réaction alcaline : or, les carbonates alcalins non seulement empêchent les sesquioxydes d'amener l'acide phosphorique à l'état insoluble, mais leur enlèvent même l'acide qu'ils renferment aussitôt qu'ils se trouvent dans le mélange en proportions notables ; si l'on agite des phosphates de sesquioxyde avec des carbonates alcalins, on retrouve de l'acide phosphorique en dissolution ; si l'on immerge dans l'eau de Seltz de la terre renfermant des phosphates de sesquioxyde et du carbonate de chaux, on retrouve dans la dissolution de l'acide phosphorique qui a été repris aux sesquioxydes ; les deux réactions inverses sont possibles : elles sont limitées par les poids des matières réagissantes, et l'on conçoit dès lors qu'une forte fumure de fumier apportant du carbonate de potasse, qu'un chaulage énergique, empêchent l'acide phosphorique de s'engager dans les combinaisons où il devient inerte et inutilisable et l'on conçoit en outre que les parcelles du champ d'expériences, qui reçoivent régulièrement du fumier de ferme, ne bénéficent pas de l'emploi des superphosphates, non seulement parce qu'elles reçoivent une fumure phosphatée avec le fumier, mais parce que ce fumier empêche la réaction qui a amené l'acide phosphorique assimilable à l'état inerte dans les parcelles restées sans engrais depuis 1875.

Il est bien probable que les observations précédentes ne s'appliquent pas seulement au cas particulier étudié, mais qu'au contraire un grand nombre de terres, sur lesquelles les superphosphates exercent une influence heureuse, ne sont pas réellemenl épuisées d'acide phosphorique, mais ne le renferment plus qu'à un état inerte, qui peut cesser soit par l'action des fumures de fumier de ferme, soit par l'action des chaulages et des marnages. Si nos terres fumées régulièrement ne montrent aucune pénurie d'acide phosphorique, c'est non seulement parceque le fumier leur a apporté de l'acide phosphorique, mais en outre parce qu'il a maintenu à l'état assimilable celui que le sol renfermait naturellement, tandis qu'au contraire, dans la terre abandonnée sans fumure pendant plus de dix ans, la réaction inverse s'est produite, les sesquioxydes ont décomposé peu à peu le phosphate de chaux dissous par l'acide carbonique et l'ont rendu non assimilable pour la plupart des plantes de grande culture : betteraves, trèfle, blé, qui toutes ont bénéficié de l'emploi des superphosphates sur les parcelles épuisées.

Quant à l'avoine, elle sait utiliser les phosphates qui restent inutiles aux autres espèces et c'est une preuve de plus qu'après avoir étudié d'une façon générale la nutrition des plantes, les agronomes doivent reprendre ces études au point de vue du mode d'alimentation particulier de chacune des espèces.

P. P. Dehérain,
de l'Académie des Sciences

LA RÉCENTE ÉPIDÉMIE D'INFLUENZA A LONDRES

La mortalité causée par l'influenza à Londres a montré vers sa fin un décroissement régulier de semaine en semaine.

En considérant seulement la mortalité par l'influenza, non seulement nous trouvons que l'épidémie fut plus courte l'année dernière, mais encore qu'elle fit beaucoup moins de ravages et causa un nombre de morts très inférieur à celui de cette année. L'épidémie de 1890 éclata brusquement au commencement du mois de janvier. Pendant la semaine qui se termina le 28 décembre 1889, il n'y eut à Londres aucun décès par cette maladie, et dans la semaine suivante seulement 4. Dans la semaine terminée le 11 janvier 1890, le nombre s'éleva à 67, tandis

que dans le cours de la semaine suivante il atteignit le maximun, 127. La mortalité commença alors à diminuer progressivement et fut de 105, 75, 38 et 30 dans les quatre dernières semaines. La gravité de l'épidémie sembla alors disparue. Il faut cependant observer qu'encore pendant trois semaines la mortalité dépassa 20, tandis que pendant les quatre semaines qui suivirent celles-ci, elle fut de 10 à 17. En prenant comme totalité les six semaines pendant lesquelles l'épidémie exerça ses ravages, il est démontré que le minimum des décès fut à Londres 442, donnant une moyenne de 74 par semaine.

L'apparition de l'épidémie, cette année, date du commencement du mois de mai. Pendant le mois d'avril il n'y eut qu'un petit nombre de morts par l'influenza. Pendant les quatre semaines consignées dans le *Registrar-General*, on trouve 7, 3, 9, 10 décès. Cependant dans la semaine terminée le 2 mai le nombre des décès atteignit 37, et à partir de ce moment la maladie fit des progrès alarmants : pendant trois semaines consécutives le nombre des morts fut de 148, 266 et atteignit le maximum de 319 dans la semaine du 16 au 23 mai. Pendant les deux semaines suivantes la mortalité excéda encore 300; après quoi elle tomba progressivement à 249, 182, 117 et 56; pendant la période écoulée du 4 au 11 juillet le nombre des décès se réduisit à 40.

En prenant la période totale, c'est-à-dire les onze semaines terminées le 11 juillet, le nombre des morts causées à Londres par l'influenza avec ou sans complication d'autres maladies, fut de 2.027, donnant ainsi une moyenne de 184 par semaine, ou environ deux fois et demie autant que la moyenne de 1890. Pendant sept semaines sur onze le nombre des décès excéda le maximum atteint pendant la période épidémique de l'année dernière.

Après un examen des statistiques données par un estimable journal et lues devant la *Scottish meteorogical Society* le 31 mars 1890, par sir Arthur Mitchell et le Dr Buchon [1], il est tout à fait évident que *la récente épidémie d'influenza a été la plus grave qu'il y ait eu à Londres depuis la première publication hebdomadaire de mortalité, ce qui remonte à environ quarante-cinq ans.* Comme les chiffres sont d'un grand intérêt, nous reproduisons le tableau donné par ce journal, en indiquant le nombre des décès pendant les cinq principales épidémies depuis l'année 1847. On remarquera que le nombre donné pour l'année dernière est très supérieur à celui dont nous avons parlé plus haut; mais les auteurs du journal cité ont compris toute la période des trois mois de janvier à mars. Pendant ce dernier mois l'épidémie ne fut certainement pas d'une grande rigueur; mais, comme les chiffres ne changent pas l'argument général, nous avons trouvé préférable de ne rien changer aux résultats. Une addition a cependant été faite à ce tableau, celle de la mortalité par l'épidémie de cette année :

	Morts
De décembre 1847 à avril 1848	1.631
De mars à mai 1851	258
De janvier à mars 1855	130
De novembre 1857 à janvier 1858	123
De janvier à mars 1890	545
De mai à juillet 1891	2.027

On voit par ce tableau que la mortalité récemment constatée a été de beaucoup supérieure à n'importe quelle autre période depuis quarante-cinq ans. L'année 1847-48 arrive en second avec environ 400 décès de moins. En se rappelant qu'il y a quarante-cinq ans la population de Londres était beaucoup moindre qu'elle n'est aujourd'hui, il semble, de prime abord, qu'au point de vue de la rigueur, il n'y ait pas eu une grande différence. Il ne faut cependant pas oublier que la première épidémie dura plus de cinq mois, tandis que la seconde ne comprend que deux mois et demi.

Un fait frappant dans cette maladie, improprement nommée influenza, consiste en ce qu'elle affecte particulièrement les poumons et les tubes bronchiques. Elle est invariablement accompagnée d'une grande mortalité par les maladies des voies respiratoires. Les statistiques relatives à ces maladies pourraient donc induire en erreur, notamment en ce qui concerne l'épidémie de 1890. Pendant les derniers jours de 1889 et le commencement de l'année suivante un vent froid et pénétrant fut observé sur l'Angleterre et, dans la métropole, accompagné, ce qui arrive souvent, d'un brouillard épais. Dans ces circonstances il s'en suivit, ce qui est naturel, une grande mortalité par les maladies des voies respiratoires et en examinant la statistique nous voyons que l'influenza ne faisait qu'apparaître, lorsque les décès par les maladies des poumons atteignaient le maximum. A partir de la première semaine de janvier, cependant, le temps devint extraordinairement doux pour la saison et les vents du sud-ouest amenèrent une hausse anormale de la température. Il n'y a en effet aucun doute qu'à ce moment l'épidémie de 1890 faisait rage, la douceur de la température ayant enrayé les désordres des autres maladies des voies respiratoires. Cette année, cependant, l'élément météorologique peut presque être éliminé; bien que les vents froids furent fréquents en mai et dans la première partie de juin, la rigueur de la température ne fut pas telle à pouvoir augmenter la mortalité dans les maladies en question.

[1] Un extrait fut publié dans le journal anglais *Nature* vol. XLI, p. 596.

Malgré l'étendue de l'influenza pendant les quinze jours précédant le 6 juin, la mortalité par les maladie des voies respiratoires augmenta de plus de deux fois la moyenne, cette augmentation étant causée surtout par les pneumonies et les bronchites. La diminution de l'influenza fut accompagnée d'une diminution correspondante des maladies des voies respiratoires; mais ce ne fut que pendant la dernière semaine de la période que les décès tombèrent, à peu de chose près, à la moyenne. En prenant la totalité des onze semaines, on voit que la mortalité par les voies respiratoires atteint 5138 ou environ 75 pour cent de plus que la moyenne. Pendant la période épidémique de 1890 ce nombre fut très supérieur; mais pendant les mois d'hiver la moyenne est aussi augmentée et, par ce fait, l'excédent ne fut l'année dernière que de 26 pour cent.

L'influence de la température pendant les deux épidémies semble s'être excercée dans deux directions différentes. Pendant la période épidémique de 1890, la température fut, ainsi que nous l'avons dit, très haute pour l'époque de l'année, et les vents du sud-ouest qui soufflèrent en janvier aidèrent à la dispersion des germes miasmatiques. La température fut, en effet, aussi favorable qu'on pouvait la désirer, et l'épidémie, quoique rigoureuse, l'eût été bien plus encore si l'hiver eût été froid et humide. La récente épidémie n'eut pas tant d'ennemis à combattre, car non seulement le temps fut très froid, mais aussi calme et tranquille. Le germe put ainsi s'installer chez nous, sans rencontrer d'opposition sérieuse, et la nature défavorable de l'atmosphère a été pour beaucoup dans les maladies des poumons et des bronches qui suivirent l'influenza. Trompés par l'approche du printemps, et oublieux de son mauvais cortège, beaucoup de convalescents se risquèrent à sortir et contractèrent un refroidissement qui empêcha le rétablissement d'un grand nombre [1].

Dr Fredk. J. Brodie.

(de Londres.)

LE RENDEMENT PHOTOGÉNIQUE DES FOYERS

La théorie mécanique de la chaleur, partant de l'hypothèse très probable que la chaleur consiste dans un mouvement moléculaire et que la quantité de chaleur est la mesure de la force vive des masses mises en mouvement, arrive à établir le premier principe de la thermodynamique, par application du théorème de l'équivalence de la force vive et du travail : pour cela, il n'est point nécessaire de rien préjuger de la nature de ce mouvement. En tenant compte ensuite de ce que ce mouvement s'opère nécessairement dans un espace limité et qu'il est périodique, Clausius a montré que la force vive moyenne des molécules d'un corps a pour mesure sa température absolue et qu'on peut déduire aussi le second principe de la thermodynamique des lois générales de la mécanique. A l'aide des principes de Mayer et de celui de Carnot, les ingénieurs calculent le rendement d'une machine thermique, transformant des calories en kilogrammètres : un moteur à gaz donnant le cheval-heure effectif par 600 litres d'un gaz dont le pouvoir calorifique est de 5.400 calories par mètre cube, a un rendement d'environ 20 pour cent, double par conséquent de celui des meilleures machines à vapeur.

Or, il y a des appareils alimentés aussi au gaz, par lesquels on semble transformer des calories en unités de lumière : le mécanisme de l'opération est tout autre assurément et il n'est plus nécessaire de faire parcourir au gaz un cycle fermé; mais, au point de vue industriel, l'analogie est parfaite, car on brûle du gaz dans le moteur pour recueillir du travail, de même qu'on en brûle au bec pour recueillir de la lumière. D'autre part, les plus ignorants sentent par intuition qu'il doit y avoir un rendement photogénique d'un foyer comme il y a un rendement mécanique d'un moteur, et ils ne se trompent pas. Mais quel est le rendement photogénique d'un bec de gaz donnant le carcel au prix de 105 ou de 35 litres d'un gaz développant 5.400 calories par mètre cube? Les physiciens ne répondent rien à cette question : il nous paraît utile d'expliquer leur silence en exposant tout ce que nous pouvons dire à ce sujet.

Et d'abord, remarquons que la lumière n'est pas le résultat de la transformation de la chaleur, mais que c'est le plus souvent un phénomène concomitant de la chaleur. Le mouvement moléculaire, qui constitue la chaleur, peut être transporté au dehors sous forme de radiations calorifiques obscures et de radiations, lumineuses ou chimiques, froides : ces formes diverses de l'énergie s'accompagnent d'ordinaire, mais non pas toujours. Objectivement elles ne diffèrent que par leur longueur d'onde. La chaleur ne crée donc point la lumière, mais elle en

[1] Cet article est extrait du journal anglais *Nature*, XCI, p. 283.

devient une source, quand elle est utilisée d'une certaine façon. Il n'y aura jamais de théorie mécanique de la lumière ; mais on pourrait faire une théorie luminique de la chaleur.

Le rendement photogénique d'une source peut être défini : c'est le rapport de la force vive du mouvement lumineux à la force vive disponible dans le foyer. Pour calculer la force vive qui anime une masse d'éther, il faudrait connaître cette masse : le calcul est donc actuellement impossible. En ce moment, nous n'avons pas d'autre moyen d'apprécier les quantités de lumière émises par une source que par le degré d'excitation plus ou moins grand du nerf optique ; cela permet une comparaison, et non pas une mesure.

Mais il y aurait peut être une manière indirecte de déterminer le rendement d'une source de lumière ; cette étude rentrerait dans le programme de notre théorie luminique de la chaleur. Supposons qu'il existe une source dont toute l'énergie se transforme en chaleur lumineuse, et dont le spectre soit entièrement composé de radiations calorifiques lumineuses, à l'exclusion des radiations calorifiques obscures et des radiations chimiques ; le rendement de cette source serait égal à l'unité. Or, voyons, avant toute chose, si cette source-type peut exister : il nous semble que c'est un mythe, et voici les raisons sur lesquelles se base notre opinion. Prenons un corps et élevons graduellement sa température par un courant ou par un procédé quelconque : faisons-le passer de 0 degré à 2000 degrés. Aux températures les plus basses, ce corps rayonne de la chaleur autour de lui ; mais ces radiations, pour lesquelles la longueur d'onde est fort grande, sont absorbées par le milieu, et elles échappent à notre examen dans le spectre obscur ; on les observe quand la longueur d'onde est devenue égale à $2^{\mu}15$ et M. Mouton a relevé les positions de ces radiations dans le spectre infrarouge. A la température de 525° le rouge apparaît avec des longueurs d'onde d'environ $0^{\mu}60$; les autres couleurs du spectre suivent rapidement et le violet porte les longueurs d'onde à $0^{\mu}360$; puis se forme le spectre ultra-violet. A ce moment l'infrarouge disparaît-il ? Nullement, et son intensité augmente même au fur et à mesure que le spectre s'enrichit de nouvelles radiations chimiques. Nous en concluons à bon droit qu'il ne doit pas exister de corps donnant un spectre composé uniquement des radiations exerçant une action sur la rétine de l'œil de l'homme. Nous n'avons donc pas le droit d'espérer la découverte d'un foyer de lumière possédant un rendement égal à l'unité. Toutefois, il n'est pas absurde de concevoir l'existence d'un foyer n'émettant qu'une faible proportion de radiations obscures. Les animaux phosphorescents semblent réaliser ce cas, d'après MM. Langley et Very [1] : ces physiciens ont analysé notamment la lumière émise par le *Pyrophorus noctilucus* de Cuba, en l'étudiant à l'aide du bolomètre et du spectroscope ; le rouge paraît manquer dans le spectre de cette lumière, alors que le vert y domine : voilà donc une source qui n'émet pas de radiations obscures sensibles et nous sommes autorisé à admettre qu'il peut exister des foyers photogéniques dont le rendement approche d'être égal à l'unité. Admettons encore que nous puissions connaître l'énergie ou bien le nombre de calories dépensées pour produire une quantité de lumière donnée par notre source-type ; ce n'est point le cas des pyrophores ; mais, avec tout autre foyer, ce résultat serait facile à acquérir. Nous posséderions dès lors la valeur exacte des rendements photogéniques des diverses sources de lumière, puisque nous connaissons déjà leurs rendements relatifs. Nous avons entrepris en effet quelques recherches dans ce but : le tableau ci-dessus résume les chiffres auxquels nous avons été conduit en rapportant à la calorie le pouvoir luminique des foyers exprimé en carcels ou en bougies à 7,5 par carcel.

SOURCES	DÉPENSE DE SUBSTANCE	POUVOIR CALORIFIQUE DE LA SUBSTANCE	CALORIES DÉPENSÉES	INTENSITÉ LUMINEUSE EN CARCELS	CALORIES PAR CARCEL-HEURE
Bougie de l'Etoile	10 gr. 5 par heure	10,5 cal. par gr.	110	$\frac{1}{65}$	716
Lampe modérateur Carcel à huile de colza	42 gr. par heure	9,8 cal. par gr.	411,6	1	412
Lampe intensive à pétrole, bec belge.	13 gr. 6 par heure	11 cal. par gr.	149,6	1	150
Bec de gaz Bengel	105 litres par heure	5400 cal. par M^3	567	1	567
Lampe à récupération	35 litres par heure	Id.	189	1	189
Lampe électrique à incandescence	3,5 watts par bougie	$3,5 \times 3600$	3,1	1	20
Arc voltaïque	4,6 watts par carcel	$\frac{9,81 \times 425}{4,6 \times 3600}$	4	$\frac{65}{1}$	4
		$9,81 \times 425$			

[1] *Journal de Physique*, février, 1891.

Notre source-type nous permettrait de passer facilement du rendement relatif au rendement absolu. A son défaut, contentons-nous d'une large approximation : l'examen du spectre de la lumière de l'arc voltaïque, qui renferme une grande proportion de radiations obscures, nous porte à croire que son rendement absolu ne dépasse pas 0,50; dès lors, celui d'une bougie de stéarine serait de 0,003.

Ces chiffres nous donnent une idée du gaspillage énorme d'énergie qui se fait dans les foyers lumineux ; la perte est de plus de 99 % dans une bougie et dans un bec Bengel, quand nous l'estimons à 50 % dans un arc voltaïque.

L'énorme différence de rendement que nous relevons entre les foyers à gaz et les foyers électriques ressort encore mieux des expériences suivantes.

Ayant été amené à étudier une installation parallèle d'éclairage au gaz et par l'électricité à Lille, à la succursale de la *Grande Maison* de Paris, j'ai pu comparer la quantité de gaz brûlée aux becs avec celui qui est consommé par un moteur à gaz faisant mouvoir des dynamos pour l'éclairage électrique du même local. Dans le premier cas, le gaz était brûlé par 6 lampes Sée-Wouters à double récupération, par 91 becs annulaires et 19 papillons ; dans le second cas, un moteur Simplex actionnait une dynamo Compound Thury, type Cc, qui alimentait 10 arcs de 9 ampères, 6 de 5 et 90 lampes à incandescence de 16 bougies; cette dernière installation, faite par M. Guerre, ingénieur de la maison Cuénod et Sautter, était particulièrement réussie. L'éclairement obtenu dans le second cas était notablement supérieur à celui que donnaient les brûleurs de gaz, ainsi que l'on peut s'en rendre compte en additionnant le pouvoir lumineux des divers foyers; je m'en suis assuré d'ailleurs à l'aide d'un photomètre Decoudun, qui me permettait de comparer les quantités de lumière déversées sur les planchers; je ne crois pas être loin de la vérité en estimant au moins à 15 % l'excès de lumière fournie par les appareils électriques. Du reste, deux arcs sur rue, un arc dans un couloir et deux lampes à incandescence étaient disposés en dehors des locaux éclairés au gaz, de telle sorte que nous devons compter au moins 20 pour % de lumière en plus pour l'électricité. Ajoutons enfin que le moteur avait accidentellement une consommation de gaz exagérée, par suite de causes diverses qu'il me suffit de signaler. Or, deux essais faits consécutivement m'ont fait constater que la consommation du moteur n'était que de 21.500 litres par heure, alors que les becs brûlaient 26.000 litres. Ainsi donc, quand on emploie le gaz à créer de la force motrice et qu'un moteur actionne une dynamo, laquelle alimente des foyers électriques, on dépense 17 % de moins environ qu'en brûlant le gaz directement aux becs et l'on obtient cependant en plus 20 % de lumière. En d'autres termes, malgré l'emploi de deux intermédiaires, moteur et dynamo, il reste encore une économie : le résultat semble paradoxal; mais il est incontestable.

On pouvait le prévoir. L'entretien d'une lampe à incandescence de 16 bougies coûte 65 watts environ, puisqu'on fait 16 bougies par 100 volts et 0,65 ampères. Ces 65 watts sont au plus la $\frac{1}{9}$ partie de l'énergie distribuée par un moteur d'un cheval : en d'autres termes, un cheval peut alimenter neuf lampes de 16 bougies pour le moins. Pour un bon et fort moteur à gaz, ce travail correspond à une dépense de 720 litres de gaz : donc une lampe à incandescence de 16 bougies dépense $\frac{720}{9} = 80$ litres de gaz. Ces 16 bougies valant 2,4 carcels, la carcel représente une dépense de $\frac{80}{2,4} = 33$ litres. C'est la dépense par carcel des meilleures lampes à gaz intensives Siemens, Giroud, Delmas, Cromartie, Wenham, Esmos, Bandsept, Sée, etc. Il est vrai de dire que je me suis placé dans l'hypothèse d'un excellent moteur, mais j'aurais eu beau jeu d'opposer à nos lampes à incandescence un bec de gaz Bengel, donnant la carcel par 105 litres.

Les chiffres changeraient si je prenais pour terme de comparaison, non plus la lampe électrique par incandescence, mais l'arc voltaïque. Un arc de 10 ampères par 45 volts donne facilement 90 carcels : la carcel coûte donc 5 watts et un moteur d'un cheval en alimentera 1,3, donnant ainsi 117 carcels, ce qui met l'unité de lumière à un peu plus de 6 litres. Quelle lampe à gaz donnera jamais semblable résultat?

Nous ne devons dès lors point nous étonner des résultats relevés dans une installation d'éclairage électrique actionné par moteur à gaz.

De ce que le rendement du système moteur dynamo-lampe électrique est supérieur à celui des becs de gaz, nous pouvons déduire une indication précieuse relativement au rendement photogénique absolu de ces becs. Un bon moteur rend au plus 20 %, la transmission et la dynamo 75 et les lampes électriques, 68 :

$$0,20 \times 0,75 \times 0,68 = 0,10.$$

Le rendement photogénique des brûleurs de gaz est par conséquent notablement inférieur à 10 %, puisque l'installation mixte est grevée par avance d'une perte de 90 % et qu'elle possède cependant encore un rendement relatif fort supérieur. La pratique industrielle confirme donc les données théoriques.

Aimé Witz.
Professeur de Physique
à la Faculté libre des Sciences de Lille.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIOLOGIE

Dans ma *Revue de physiologie* de l'année dernière[1], j'évaluais à plus d'un millier le nombre des mémoires qui paraissent chaque année sur les différentes branches de la physiologie. J'ai eu la curiosité de rechercher le degré d'exactitude de cette évaluation toute approximative. A cet effet, j'ai eu recours aux listes de publications énumérées chaque quinzaine, par catégories, dans le *Centralblatt für Physiologie*. J'ai laissé de côté les rubriques : *Physiologie générale*, *zoologie*, *botanique*, *physique*, *chimie*, *psychologie* et *reproduction*, parce que la plupart des travaux qui y sont mentionnés, ne se rapportent pas directement à la physiologie. Je me suis borné à relever le total brut des mémoires sur la physiologie du sang, de la circulation, de la respiration, etc..., et je suis arrivé aux résultats numériques suivants :

	Publications
Physiologie générale des nerfs et des muscles ...	147
— spéciale des mouvements	81
— respiration	101
— chaleur animale	42
— sang et circulation	344
— glandes	263
— digestions et nutrition	206
— organes des sens	265
— voix et parole	66
— système nerveux	400
— technique expérimentale	68
Total	1.983

Ce total comprend un assez grand nombre de travaux de morphologie pure ou de pathologie, qui sortent par conséquent du cadre des études physiologiques. Je pense qu'il faut de ce chef le réduire d'un tiers ou tout au moins d'un bon quart. Il n'en reste pas moins un total fort respectable de 1.200 à 1.400 mémoires ou notices de physiologie pour la seule année 1890.

Les lecteurs de la *Revue* ne s'attendent certainement pas à ce que je lise à leur intention ces 1.200 à 1.400 publications écrites dans toutes les langues civilisées, pour leur en offrir la quintessence. Ce travail de bénédictin est d'ailleurs fait chaque année en Allemagne par plusieurs spécialistes qui se partagent la besogne : le résultat de leur labeur sera publié vers la fin de 1891 ou de 1892 en un ou deux gros volumes sous le titre de *Comptes rendus annuels des progrès de la physiologie pendant l'année* 1890. Je renvoie les physiologistes de profession à ces excellentes publications.

Je me bornerai à traiter ici, un peu au hasard de la plume, quelques-unes des questions de physiologie qui sont à l'ordre du jour, ou auxquelles je me suis particulièrement intéressé dans ces derniers temps. Je ne donnerai aucune indication bibliographique : ceux qui désirent recourir aux sources, trouveront immédiatement ce qu'ils cherchent, dans la table des noms d'auteurs de l'année 1890 du *Centralblatt für Physiologie*, ou dans les relevés trimestriels du même recueil.

I. — Sang, lymphe, etc.

Le sang, soustrait à l'organisme, se coagule, comme on sait, au bout de cinq à dix minutes, c'est-à-dire qu'il se transforme en une gelée cohérente. Il est facile de constater au microscope que la solidification du sang est due au dépôt de la *fibrine*, substance solide qui se concrète sous forme de filaments enchevêtrés, emprisonnant, entre les mailles du réseau, et les globules et la partie liquide du sang.

La fibrine qui se forme ainsi résulte de la transformation chimique d'une matière albuminoïde, *le fibrinogène*, primitivement dissoute dans le plasma sanguin. La transformation du fibrinogène en fibrine est un phénomène de fermentation, dû à l'intervention d'un ferment soluble (*ferment de la fibrine*) qui prend naissance au moment où le sang s'épanche au dehors des vaisseaux. On sait depuis longtemps que la fibrine contient toujours une petite quantité de sels minéraux, notamment de phosphates de calcium; mais on était généralement porté à considérer ces éléments minéraux comme des impuretés. Dans ces derniers temps, E. Freund (de Vienne) avait attaché une grande importance à cette précipitation de phosphate calcique et avait même pris ce fait comme base d'une théorie nouvelle de la coagulation du sang, théorie destinée dans la pensée de son auteur à détrôner la théorie classique de la fermentation. J'ai, ici même, fait l'année dernière, la critique des idées de Freund et relaté les expériences de Latschenberger et de Strauch qui contredisent formellement sa théorie.

Dans une excellente thèse de doctorat[1], soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris, M. Arthus me paraît avoir placé dans son vrai jour le rôle que les sels des métaux terreux et alcalino-terreux jouent dans le phénomène de la coagulation du sang. Arthus a montré que le calcium n'est pas un composant accidentel du caillot sanguin, mais

[1] *Revue générale des Sciences* du 30 octobre 1890, t. I, 20, p. 636.

[1] Sur cette thèse voyez la *Revue* du 30 septembre 1891, t. II, p. 619.

qu'il constitue un élément normal et indispensable de la molécule de fibrine. La fibrine est un composé calcique, et la transformation du fibrinogène en fibrine, sous l'influence du ferment, suppose la présence d'un sel de calcium disponible dans le liquide. Enlevez au sang le calcium qu'il contient, et il suffit pour cela de l'additionner d'un oxalate ou d'un fluorure alcalin (moins de 0,1 % d'oxalate, moins et 0,2 % de fluorure), de manière à former un précipité d'oxalate ou de fluorure calcique ; du même coup vous supprimez la coagulation spontanée. Le liquide sanguin privé ainsi de calcium se coagulera au contraire spontanément, si vous lui restituez le calcium (addition de quelques gouttes d'une solution de chlorure de calcium), à condition, bien entendu, qu'il contienne du fibrinogène et du ferment.

Les faits découverts par Arthus ne contredisent nullement la théorie classique de la fermentation, telle qu'elle a été établie principalement par les travaux d'Alexandre Schmidt et de Hammarsten. Mais ils impliquent une modification de cette théorie : outre le *fibrinogène* et le *ferment*, la production de la fibrine semble nécessiter encore la présence d'une *substance fibrinoplastique ;* cette substance fibrinoplastique n'est pas une *globuline*, comme l'avait admis Alex. Schmidt dans ses premiers travaux : c'est un sel de *calcium* ou de *strontium.*

Le *strontium* peut en effet remplacer le *calcium* dans ces expériences, et l'on obtient alors une fibrine strontique à la place de la fibrine calcique ordinaire. Il suffit de prendre du sang ou du plasma oxalaté, c'est-à-dire privé de calcium, et d'y ajouter une petite quantité d'un sel de strontium, qui, joint au ferment et au fibrinogène, amène la formation d'un coagulum de fibrine strontique.

Les sels de calcium interviennent d'ailleurs dans une autre coagulation, celle du lait. Hammarsten a démontré, il y a plusieurs années, que la formation du fromage ou caséum, c'est-à-dire la précipitation de la caséine du lait par le suc de la caillette (quatrième estomac du jeune veau), est, tout comme la coagulation du sang, un phénomène de fermentation. Il a donné le nom de *Labferment*, en français *ferment de la présure*, au ferment soluble qui préside à la précipitation de la caséine. Hammarsten a insisté sur les analogies nombreuses que présentent les deux phénomènes : coagulation du sang, caséification du lait. Pagès et Arthus ont montré que le caséum est (comme la fibrine du sang) une combinaison calcique, et que la coagulation du lait (additionné du ferment de la présure) peut être suspendue ou rétablie par la précipitation des sels calciques du lait ou par leur restitution à ce liquide (Confirmation des travaux de Hammarsten.)

Ici les sels de strontium, de baryum ou de magnésium peuvent remplacer ceux de calcium.

Les applications des faits découverts par Arthus concernant le rôle du calcium dans la coagulation du sang sont nombreuses et susceptibles de rendre des services importants aux physiologistes.

Dans toutes les recherches où l'on doit conserver du sang liquide, sans le défibriner, on pourra avec avantage substituer aux procédés ordinaires plus ou moins compliqués, le procédé si simple à l'oxalate alcalin. Citons : les expériences de mesure de la pression sanguine, où le sang doit rester pendant longtemps fluide malgré son contact avec des corps étrangers, tels que le mercure ou les parois du manomètre. Citons encore les expériences de séparation des globules et du plasma sanguin, qui, jusqu'à présent, ne pouvaient être réalisées que par des artifices délicats (refroidissement intense du sang, isolement d'un vaisseau emprunté à un animal de forte taille : la jugulaire du cheval), ou par des additions de quantités notables de substances étrangères (sulfate de magnésium, sulfate de sodium), altérant complètement la composition des liquides naturels. Enfin, peut-être sera-t-il possible de répéter les expériences de circulation artificielle, en injectant dans les organes que l'on veut soumettre à ce genre d'investigation, du sang complet, non défibriné, mais rendu incoagulable par addition d'un peu d'oxalate ou de fluorure.

La coagulation du lait sous l'influence du ferment de la présure, celle du sang par le ferment de la fibrine, a été étudiée récemment à un autre point de vue, par Fick, de Jager et J. Latschenberger.

Fick rappelle ce fait, connu depuis longtemps, qu'une goutte de solution de présure versée dans un grand volume de lait provoque, pour ainsi dire, instantanément la coagulation de la masse entière du lait. Il lui semble extrêmement peu probable que, dans cette opération, chaque molécule de caséine ait pu subir directement le contact d'une molécule de ferment de la présure : n'est-il pas plus rationnel d'admettre que la précipitation de la caséine, commencée en un point par le contact direct de la présure, s'est ensuite propagée de molécule de caséine en molécule de caséine, et a envahi toute la masse, sans participation ultérieure de la présure? L'ébranlement moléculaire imprimé par le ferment à la première molécule de caséine au moment de sa précipitation se serait ensuite transmis de proche en proche.

Fick a émis une opinion analogue au sujet de la coagulation du sang qui, elle aussi, une fois commencée dans une portion du plasma, se propagerait sans participation ultérieure du ferment. Il a même établi une espèce d'opposition entre : 1° *les fermentations de coagulation*, dans lesquelles le pro-

cessus de précipitation (coagulation du lait, coagulation du sang) mis en train par le ferment en un point du liquide, s'étend ensuite de lui-même avec une grande rapidité à toute la masse; et 2° *les fermentations de dissolution* (diastase, pepsine, trypsine, etc.), qui ne se déroulent jamais instantanément, et où chaque molécule de corps fermentescible doit nécessairement subir le contact du ferment.

De Jager a encore renchéri sur l'hypothèse de Fick. Non seulement l'action du ferment soluble peut se transmettre, sans contact direct, à travers la masse du liquide en fermentation, mais elle pourrait s'exercer à distance à travers des substances absolument inertes. Ainsi de la pepsine, conservée à l'intérieur d'un dialyseur, pourrait, sans diffuser au dehors, attaquer et dissoudre des flocons de fibrine placés dans de l'eau acidulée, à l'extérieur du dialyseur. Bien plus, un fragment de pancréas (tissu riche en ferment diastasique), suspendu à une petite distance au-dessus d'une soucoupe remplie d'empois d'amidon, exercerait son action fluidifiante et saccharifiante sur cette substance, à travers la couche d'air qui sépare le pancréas de l'amidon.

Latschenberger croit que Fick dans ses expériences ne s'est pas suffisamment mis à l'abri de la diffusion possible des ferments à travers la masse du liquide coagulable. Latschenberger a répété les expériences de coagulation du sang ou du fibrinogène et celles du lait, en cherchant à éviter cette cause d'erreur. Il introduit dans une des branches (la plus large) d'un tube en U, une colonne de liquide coagulable (plasma sanguin, lait, etc.) et dans l'autre branche (la plus étroite) une colonne de solution de ferment (ferment de la fibrine ou présure), en ayant soin d'éviter le mélange des deux liquides. Dans ces conditions, la coagulation ne se produit au début qu'au niveau de la petite surface de séparation des deux liquides : elle progresse ensuite fort lentement, mettant plusieurs heures à envahir une épaisseur de quelques millimètres de liquide. La diffusion du ferment dans la solution coagulable explique ici suffisamment la coagulation, sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'hypothèse de Fick.

Signalons parmi les travaux parus dans ces dernières années sur la coagulation du sang, les intéressantes découvertes faites au laboratoire de physiologie de Leipzig par Lukjanow et Ch. Bohr. Ces expérimentateurs ont trouvé que le tissu pulmonaire exerce sur le sang, qui le traverse, une action anticoagulante des plus prononcées, tandis que les autres tissus du corps augmentent la coagulabilité du sang, et lui restituent ses propriétés plastiques, que son passage à travers le poumon tend à lui faire perdre. L'expérience la plus démonstrative et que j'ai eu l'occasion de répéter moi-même, consiste à supprimer complètement sur un chien vivant le cycle de la grande circulation, pour ne laisser au sang d'autre trajet à parcourir que celui de la circulation pulmonaire et du cœur. Il faut, pour arriver à ce résultat, lier l'aorte et toutes les branches qui en partent, sauf une seule (une artère sous-clavière par exemple), lier autant que possible les veines qui ramènent le sang des différents organes à l'oreillette droite en épargnant un de ces vaisseaux (une branche de la veine cave supérieure). On abouche la seule artère restée perméable avec la seule veine conservée, ce qui permet à l'ondée sanguine lancée par le ventricule gauche, de gagner directement l'oreillette droite, sans passer par les capillaires de la circulation générale, qui se trouvent exclus du circuit. Le trajet que suit le sang est donc le suivant : ventricule gauche, aorte, une artère, une veine, veine cave supérieure, oreillette droite, ventricule droit, artère pulmonaire, capillaires pulmonaires, veines pulmonaires, oreillette gauche et ventricule gauche; puis le même cycle recommence. Au bout de moins d'une heure de cette circulation restreinte, dans laquelle le sang n'est plus soumis qu'à l'influence unique du cœur et du poumon, ce liquide a perdu complètement sa coagulabilité. Le fibrinogène a-t-il disparu du sang? Les sels de calcium y font-ils défaut, les éléments producteurs du ferment sont-ils altérés, ou l'absence de coagulation tient-elle à l'introduction dans le sang d'une substance nouvelle qui empêche la réaction de se produire? C'est ce que des recherches nouvelles ne tarderont sans doute pas à nous apprendre.

Quoi qu'il en soit, les expériences de Leipzig ont établi cet autre fait intéressant, c'est que le sang rendu incoagulable par son passage à travers le poumon, récupère la faculté de fournir de la fibrine, quand on lui permet à nouveau de traverser les capillaires de la circulation générale; d'après Bohr, le parenchyme des organes abdominaux jouerait le principal rôle dans le rétablissement de cette propriété du sang.

Nous sommes ainsi conduits à admettre qu'il y a dans l'organisme vivant une lutte incessante entre ces deux tendances antagonistes, l'une suspendant la coagulabilité du sang, et émanant du tissu pulmonaire, l'autre au contraire s'exerçant dans le sens de la coagulation et provenant des différents tissus du corps.

Les dernières recherches publiées par Alexandre Schmidt et par ses élèves sont précisément consacrées à l'étude chimique des influences coagulantes ou anticoagulantes que les cellules vivantes exercent sur le plasma sanguin.

Schmidt a reconnu que les différentes formes de

protoplasmes sont capables de produire le ferment de la fibrine, — mais qu'elles produisent également des substances anticoagulantes, auxquelles il a donné le nom de *Cytoglobines*. Nous attendrons la publication intégrale des recherches de Schmidt, avant d'en entreprendre ici l'exposé.

L'étude des propriétés chimiques des matières albuminoïdes, de leurs dérivés, de l'hémoglobine, etc., a donné lieu, comme les années précédentes, à un nombre considérable de publications, dans le détail desquelles il n'est pas possible d'entrer ici. Signalons ce fait intéressant que d'Arsonval a réussi à photographier les spectres d'absorption de l'hémoglobine et des combinaisons de cette substance avec l'oxygène, l'oxyde de carbone, etc.

II. — Circulation.

Les mémorables travaux de Chauveau et Marey sur le rythme cardiaque, qui datent de 1863, ceux de Marey sur la circulation dans les artères ont depuis longtemps passé dans le domaine classique de la physiologie. Ces recherches cardiographiques et sphygmographiques sont à la fois les premières en date et les plus importantes : on peut dire qu'elles représentent encore aujourd'hui, sur ce sujet difficile, le dernier mot de la science. Cependant chaque année quelques-uns des résultats classiques de ces recherches sont remis en question ou attaqués directement par les uns et défendus au contraire par d'autres expérimentateurs. Fick, von Kries, v. Frey et Krehl ont affirmé que les ondulations secondaires du tracé artériel fourni par le sphygmographe, ou par les manomètres élastiques, étaient en partie d'origine périphérique et produites par réflexion. Hoorweg, Hürthle, etc. ont défendu la doctrine de Marey, qui fait naître l'ondulation dicrote à l'origine du système artériel, et qui admet la propagation de cette ondulation, du cœur vers la périphérie.

Je ne puis que répéter ce que je disais l'an dernier. L'accord se fera le jour où les physiologistes dissidents se donneront la peine de répéter les expériences classiques de Chauveau et Marey, en se plaçant dans les mêmes conditions de réussite, c'est-à-dire en prenant comme sujet le cheval, qui se prête, bien mieux que l'homme ou le chien, aux recherches cardiographiques.

Martin a décrit un nouveau procédé pour prendre chez les animaux domestiques de grande taille (cheval, bœuf, etc.) le tracé de la pulsation de l'aorte abdominale. Le sphygmographe à transmission est introduit par l'anus dans le gros intestin et appliqué à la main contre l'aorte.

Hürthle, Jacquet, Bernstein, Hermann, Fr. Franck, Roy, Potain ont fait connaître des perfectionnements ingénieux apportés à la construction des appareils enregistreurs.

Colson a étudié les effets de l'occlusion de l'aorte abdominale, et Slosse ceux de la ligature des artères abdominales. Slosse a constaté qu'après ligature des trois artères intestinales, chez le chien, le rein continue à fonctionner et à fournir une urine à la préparation de laquelle le foie complètement anémié ne peut plus coopérer. L'urine obtenue dans ces conditions est moins abondante qu'à l'état normal, et contient beaucoup moins d'urée et d'ammoniaque. On y trouve de l'albumine et de la propeptone.

Les chiens opérés meurent au bout de quelques heures, en présentant des symptômes d'intoxication du système nerveux central, notamment des convulsions analogues à celles qui caractérisent l'empoisonnement par la strychnine. Ces convulsions ne se présentent pas, comme on sait, si, au lieu de lier les artères des organes abdominaux, on lie la veine porte.

Arthaud et Butte ont lié l'artère hépatique et constaté la disparition du glycogène hépatique à la suite de cette opération.

François Franck a continué ses intéressantes recherches sur la circulation veineuse.

L'année 1890 nous a apporté également un contingent nombreux de travaux se rapportant au fonctionnement des nerfs vaso-moteurs. Bornons-nous à signaler les recherches d'Arthaud et Butte et celles de Morat.

Arthaud et Butte ont montré que le nerf vague exerce une action vaso-constrictrice sur le rein. L'excitation de ce nerf, pratiquée en dessous du cœur, arrête la sécrétion rénale, et arrête l'écoulement du sang par la veine rénale, tout en augmentant la pression générale du sang artériel.

On sait que les nerfs sensitifs, centripètes, quittent la moelle épinière par la voie des racines postérieures, tandis que les nerfs moteurs, sécrétoires, inhibiteurs, etc., en un mot tous les nerfs centrifuges, suivent la voie des racines antérieures. Cette donnée fondamentale dans l'étude du système nerveux a été établie à la suite des travaux de Bell et de Magendie (*loi de Magendie*).

La seule exception à cette loi, signalée par Stricker (1876), concernait les nerfs vaso-dilatateurs qui, d'après lui, quitteraient la moelle par la voie des racines postérieures. Gärtner (1889) avait confirmé les résultats obtenus par Stricker. Morat a repris récemment cette question ; il a constaté que chez le chien, les nerfs vaso-dilatateurs du pénis sortent par les racines antérieures des premières et deuxièmes paires sacrées, et obéissent par conséquent à la loi de Magendie, contrairement à l'opinion de Stricker.

III. — Respiration.

Le sang subit un double changement chimique, lors de son passage à travers le poumon : la matière rouge des globules, l'hémoglobine, absorbe l'oxygène de l'air des alvéoles, oxygène nécessaire à la combustion organique ; et d'autre part, le sang se débarrasse de l'acide carbonique qu'il contient en excès, et qui provient de la combustion organique.

Ces deux phénomènes d'échange gazeux, absorption d'oxygène et exhalation d'acide carbonique, se font entre l'air des alvéoles d'une part et le sang des capillaires pulmonaires d'autre part, à travers une mince paroi membraneuse. La surface totale des vésicules pulmonaires a été évaluée chez l'homme à 200 mètres carrés ; en admettant que les capillaires en occupent les trois quarts, cela donnerait une surface de 150 mètres carrés à la nappe sanguine qui se trouve en contact presque immédiat avec l'air, et qui se renouvelle constamment. L'épaisseur de cette nappe est fort petite : $0^{mm}008$ en moyenne (diamètre des capillaires pulmonaires). Les surfaces de contact entre le sang et l'air présentent donc dans le poumon un développement colossal, condition éminemment favorable à la diffusion gazeuse, et à l'établissement rapide d'un équilibre de tension entre les gaz du sang et ceux de l'air des alvéoles.

L'air que nous respirons contient près de 21 % d'oxygène et seulement 3 à 4 dix-millièmes d'acide carbonique. La tension de l'oxygène à la pression barométrique ordinaire est donc de 21 % d'une atmosphère et celle de l'acide carbonique presque nulle, 0,03 à 0,04 % At. L'expérience directe a montré que le sang veineux qui arrive au poumon présentait une tension d'oxygène faible, ne dépassant guère 3 % d'une atmosphère, tandis que la tension de l'acide carbonique était comprise entre 3,81 % et 5, 4 % d'une atmosphère. Les lois de la diffusion exigent que l'air des alvéoles pulmonaires cède de son oxygène au sang, tant que l'équilibre de tension n'est pas atteint ; et que réciproquement le sang veineux cède de son acide carbonique à l'air du poumon. Les échanges gazeux dont le poumon est le siège semblent donc pouvoir s'expliquer en quantité et en qualité par un simple phénomène de diffusion physique : diffusion dans laquelle la mince membrane qui sépare l'air et le sang, jouerait un rôle purement passif. Telle est la doctrine classique, que l'on se plaisait à considérer comme établie sur des bases inébranlables.

Pour Bohr, la respiration pulmonaire n'est pas un phénomène physique simple, réductible à un échange, par diffusion physique, de gaz séparés par une membrane inerte, et présentant des tensions différentes sur les deux faces de la membrane. Bohr a repris les expériences dans lesquelles ses prédécesseurs, principalement Pflüher et ses élèves, avaient déterminé la tension de l'oxygène et celle de l'acide carbonique dans le sang artériel et dans le sang veineux, et est arrivé à des résultats numériques très différents. Il a trouvé la tension de CO^2 nulle ou presque nulle dans le sang : aucune raison physique tirée de la diffusion ne peut donc expliquer l'exhalation de ce gaz au niveau des alvéoles pulmonaires.

Et quant à l'oxygène, dans plusieurs de ses expériences le sang artériel, c'est-à-dire le sang qui revient du poumon, lui a présenté une tension de ce gaz supérieure à celle qui règne dans l'air des alvéoles. Ici aussi, la diffusion seule est incapable d'expliquer complètement l'absorption d'oxygène.

Pour Bohr, le tissu pulmonaire, c'est-à-dire la paroi de la vésicule qui sépare le sang et l'air dans l'acte de la respiration, n'est pas la membrane inerte admise jusqu'à présent par les physiologistes. Les cellules qui tapissent la surface interne des alvéoles interviennent activement pour décomposer les combinaisons de l'acide carbonique du sang, et pour rejeter le gaz carbonique du côté de l'atmosphère des vésicules. Ces éléments histologiques président pareillement à l'absorption de l'oxygène. Le poumon deviendrait ainsi l'analogue physiologique des autres glandes du corps, dont il est d'ailleurs l'analogue au point de vue anatomique et embryogénique.

Les recherches de Bohr tendent également à révolutionner toutes les notions classiques sur l'état dans lequel se trouvent l'oxygène et l'acide carbonique du sang. Bohr admet l'existence de quatre combinaisons différentes de l'oxygène avec la matière rouge du sang ou hémoglobine : Une oxyhémoglobine α, une β, une γ et une δ, absorbant respectivement 0,4, 0,8, 1,7 et 2,7 centimètres cubes d'oxygène par gramme. Il y aurait de même une série de combinaisons de l'hémoglobine avec l'acide carbonique :

Carbo-hémoglobine	β	absorbant	1,5	centim. cube de	CO^2,
—	γ	—	3	—	—
—	δ	—	6	—	—

Il existe, dans l'organisme, d'autres surfaces comparables à celles du poumon, formées également d'un revêtement de cellules plates que l'on avait toujours considérées comme constituant des membranes inertes, laissant indifféremment passer les liquides et les gaz en vertu des lois de la diffusion. Citons la surface interne des vaisseaux capillaires, à travers laquelle une partie du plasma sanguin filtre constamment pour former la lymphe. La lymphe est encore, pour la plupart des physiologistes, un simple liquide de transsudation physique, formé sous l'influence de la pression

sanguine. J'ai relaté ici l'année dernière les expériences de Heidenhain, qui tendent au contraire à faire considérer la lymphe comme un produit de sécrétion des parois des capillaires. Les cellules des parois des capillaires font, parmi les substances contenues dans le sang, une véritable sélection, laissant passer les unes pour en former la lymphe, et retenant plus ou moins les autres.

Les branchies des animaux aquatiques nous présentent également un système de membranes séparant le sang de l'animal, de l'eau de mer extérieure. C'est à travers ces membranes, que se font les échanges gazeux de la respiration : absorption de l'oxygène de l'eau, et rejet au dehors de l'acide carbonique du sang. J'ai fait l'année dernière sur la branchie des poissons de mer quelques expériences qui m'ont conduit à des résultats curieux. J'ai constaté que la membrane branchiale n'est pas non plus une cloison poreuse inerte ; elle laisse passer les gaz *oxygène* et *acide carbonique*, qui servent aux échanges respiratoires; mais elle arrête les sels de l'eau de mer : elle fait donc un véritable choix parmi les substances dissoutes dans le milieu extérieur.

L'eau dans laquelle vivaient les poissons sur lesquels j'ai expérimenté contenait près de 4 % de sels solubles (eau de la Méditerranée, prise à Banyuls-sur-Mer), tandis que leur sang n'en contenait que 18 ‰. L'équilibre salin entre le sang et l'eau était donc loin d'être atteint. Cet équilibre, au contraire, s'établit rapidement si l'on remplace la membrane branchiale vivante par une membrane de papier parchemin. Pour réaliser cette condition expérimentale, il suffit de placer le sang dans un boyau de papier parchemin faisant office de dialyseur, et de suspendre le tout dans un gobelet contenant de l'eau de mer. Les sels de l'eau de mer diffusent vers le sang, jusqu'à ce que l'équilibre osmotique soit établi.

Le placenta, ce gâteau vasculaire qui sert d'intermédiaire physiologique entre la mère et l'enfant, pendant la vie intra-utérine, nous présente également des cloisons membraneuses séparant le sang de la mère de celui du fœtus. Les expériences de Zuntz et de Krukenberg nous avaient déjà appris que les sels contenus dans le sang maternel ne passent pas indifféremment dans le sang du fœtus. E. Wertheimer et Meyer ont décrit deux cas d'intoxication mortelle par l'aniline et la toluidine observés chez des chiennes pleines. Dans les deux cas, la substance toxique existait en quantité notable dans le sang de la mère, mais n'avait pas passé dans le sang des fœtus qui n'en contenait pas trace.

L'année 1890 nous a fourni plusieurs travaux de valeur concernant l'innervation des centres respiratoires.

Les physiologistes ne sont pas d'accord sur la cause à laquelle il faut attribuer la production des premiers mouvements respiratoires chez le fœtus des mammifères au moment de la naissance. Les uns, adoptant les idées de Preyer, admettent que l'activité des centres nerveux respiratoires est mise en jeu par voie réflexe, au moment de la naissance. Le point de départ devrait donc être cherché à la périphérie : la vive irritation des nerfs sensibles de la peau, due au froid extérieur, et au contact des corps étrangers, se transmettrait aux centres et provoquerait leur excitation.

Mais la plupart des physiologistes expliquent, avec Schwartz et Rosenthal, la production des premiers mouvements respiratoires par un mécanisme tout différent. Il s'agirait d'une action directe du sang fœtal sur les cellules nerveuses des centres respiratoires. Dès que le jeune mammifère est né, les conditions de l'hématose changent complètement. La consommation de l'oxygène et la production de l'acide carbonique éprouvent brusquement une augmentation colossale, par suite des mouvements musculaires : en même temps, le renouvellement des échanges gazeux n'a plus lieu dans le placenta maternel, par suite de l'arrêt de circulation qui s'y produit. Ce réservoir d'oxygène n'est donc pas accessible au sang de l'enfant. Ce sang acquiert en peu de temps un degré de vénosité suffisant pour exciter les centres respiratoires et provoquer leur intervention active.

Les expériences récentes d'Engström montrent que chez des fœtus de cobayes et de lapins encore contenus dans leurs membranes, et suffisamment protégés contre le froid et contre toute cause d'irritation des nerfs cutanés, la simple interruption de la circulation placentaire suffit pour provoquer des mouvements respiratoires. L'excitation des nerfs cutanés n'est pas indispensable à l'établissement de ces mouvements; mais elle constitue un puissant adjuvant de leur production, comme le savent les accoucheurs.

Sandmam, François-Franck ont fait des expériences sur les conditions dans lesquelles se produit la contraction des muscles bronchiques : excitation du pneumogastrique, irritation de l'endocarde ou de la surface interne de l'aorte.

IV. — Chaleur animale.

Plusieurs physiologistes ont constaté que, chez l'homme et les animaux à sang chaud, la valeur des combustions interstitielles (mesurée par l'importance de l'absorption d'oxygène et de l'exhalation d'acide carbonique qui s'effectuent dans les poumons) présente un minimum, lorsque la température extérieure est voisine de + 18° à + 20°. Dès que cette température s'abaisse, les combus-

tions interstitielles augmentent d'intensité; il en est de même si la température extérieure dépasse notablement + 20°. Rosenthal et Ansiaux ont constaté la même relation entre les variations de la température du milieu extérieur et la quantité de chaleur produite par les animaux à sang chaud; ils ont eu recours à la méthode calorimétrique directe, si facile à appliquer grâce au calorimètre à air imaginé par d'Arsonval. La quantité de chaleur cédée au calorimètre par les lapins et les cobayes est au minimum pour une température extérieure voisine de + 20°. Elle augmente dès que la température extérieure s'éloigne notablement en plus ou en moins de cette température moyenne de + 20°. Il y a donc accord complet entre les résultats fournis par la méthode calorimétrique directe, et par les méthodes indirectes qui déduisent la production de chaleur de la consommation de l'oxygène.

Ce résultat facile à prévoir demandait cependant à être vérifié expérimentalement, attendu que plusieurs physiologistes, notamment Ch. Richet et ses élèves, étaient arrivés dans leurs expériences à ce résultat paradoxal, que l'augmentation ou l'abaissement de la température extérieure agit différemment sur la consommation d'oxygène et sur le rayonnement calorifique des animaux homéothermes. Le minimum des échanges respiratoires correspond pour eux au maximum de la radiation thermique.

Ch. Richet a continué ses recherches sur l'influence que la taille, ou plus exactement la surface de refroidissement, c'est-à-dire l'étendue du tégument cutané, exerce sur la thermogénèse. Il y a proportionnalité rigoureuse entre ces deux grandeurs. Toutes choses égales d'ailleurs, l'exhalation de l'acide carbonique est proportionnelle à l'étendue de la surface cutanée (0^{gr}. 0027, par centimètre carré de surface et par heure).

D'Arsonval a perfectionné ses appareils calorimétriques. Berthelot et André ont déterminé les chaleurs de combustion des principaux composés azotés contenus dans les êtres vivants.

M. Kochs a émis récemment une théorie nouvelle de l'acclimatement de l'homme et des animaux domestiques dans les pays chauds. Les animaux à sang chaud, dit-il, ne peuvent résister aux températures élevées des régions tropicales, que par une diminution notable de la valeur de leurs combustions interstitielles. Cette diminution elle-même est obtenue, grâce à un changement dans la composition centésimale de la substance de nos tissus : la proportion de substance active diminue considérablement par rapport à la proportion d'eau, c'est-à-dire de substance indifférente. Tandis que dans les climats tempérés, la proportion centésimale d'eau contenue dans les muscles de l'homme et des ruminants, varie de 72 à 75 %, cette proportion s'élèverait à plus de 80 % chez les individus vivant dans les pays chauds. Dans cette théorie, l'Européen qui se transporte dans un pays à température élevée serait acclimaté lorsque ses tissus ont acquis cette proportion élevée d'eau. Ce changement de composition chimique serait cause de la diminution de l'activité musculaire et intellectuelle.

V. — Digestion et nutrition.

Nous ne pouvons citer ici tous les travaux de détails parus depuis l'année dernière sur la sécrétion des sucs digestifs. Mentionnons cependant les recherches de Wertheimer sur la sécrétion salivaire. D'après Wertheimer le ganglion sous-maxillaire peut jouer réellement le rôle d'un centre nerveux réflexe, pour la sécrétion de la salive dans la glande sous-maxillaire, comme l'avait admis Claude Bernard. Schiff avait contesté le fait.

Arloing a montré que le grand sympathique cervical contient chez le bœuf et la chèvre des filets excito et fréno-sécrétoires destinés aux glandes du mufle et à la glande lacrymale. Moussu a déterminé les nerfs excito-sécrétoires des glandes parotides chez le bœuf, le mouton, le cheval et le porc, et a montré que ces nerfs partent de la racine motrice du trijumeau, et non du facial comme on l'admettait jusqu'à présent.

Dastre a continué ses études sur la sécrétion biliaire et indiqué un procédé qui permet l'établissement d'une fistule permanente de la vésicule biliaire chez le chien.

Un grand nombre d'expérimentateurs ont continué à prendre la fonction glycogénique du foie comme sujet de leurs investigations. Je me propose d'analyser ici dans une autre occasion les principaux travaux parus sur cette importante question depuis quelques années.

VI. — Physiologie des muscles.

Depuis quelques années, l'emploi de l'électromètre capillaire de Lippmann tend à se généraliser pour l'étude des phénomènes électriques présentés par les nerfs et les muscles. Comme on le sait, cet instrument révèle l'existence des courants électriques et de leurs variations, par des déplacements microscopiques d'une colonne de mercure contenue dans un tube de verre capillaire. La masse de mercure mise en mouvement dans le capillaire est si minime, qu'on peut entièrement faire abstraction de l'influence de l'inertie : les déplacements de la surface libre du mercure sont capables de suivre, sans temps perdu appréciable, les variations les plus rapides et les plus compliquées dans l'intensité d'un courant électrique.

Les boussoles et les galvanomètres employés couramment jusqu'à présent en électrophysiologie, présentaient sous ce rapport un grave défaut, dû à l'inertie de la masse métallique de l'aimant que le courant électrique avait à ébranler et à mettre en mouvement. Ces instruments étaient incapables de suivre des variations tant soit peu rapides de l'état électrique d'un nerf ou d'un muscle; et les physiologistes avaient dû, pour ces études, imaginer des méthodes fort compliquées (*Rhéotome* de Bernstein).

L'emploi de l'électromètre, combiné avec l'inscription photographique des excursions du ménisque mercuriel de l'instrument, a permis de résoudre quelques-unes des questions d'électrophysiologie que les anciennes méthodes avaient laissées indécises. On ne connaissait pas la relation exacte de temps, qui existe dans la contraction musculaire, entre le début du phénomène mécanique de raccourcissement et celui du phénomène électrique connu sous le nom de *variation négative*. On admettait assez généralement que le phénomène électrique précède le début de la contraction, et se développe par conséquent pendant la période dite *latente* de la contraction, c'est-à-dire pendant l'intervalle fort court (quelques millièmes de seconde) qui sépare le moment de l'excitation de celui du début du raccourcissement musculaire. Burdon-Sanderson a réussi à photographier sur la même plaque sensible le tracé du signal d'excitation du muscle, celui de la contraction musculaire ainsi que celui de l'électromètre capillaire. La vitesse de translation de la plaque était contrôlée par l'inscription photographique des vibrations d'un diapason. Burdon-Sanderson a constaté, au moyen de cette méthode élégante, que la variation électrique et la contraction mécanique du muscle débutent exactement en même temps, environ deux centièmes et demi de seconde ($=\frac{1}{400}$) après le moment de l'excitation. Les deux phénomènes présentent donc un retard ou temps perdu identique.

Gad et Heymans ont étudié l'influence que la température exerce sur la contraction musculaire. Leur travail a été couronné par l'Académie des Sciences de Paris.

La contraction du muscle triceps fémoral, qui se produit chez l'homme ou chez les animaux quand on percute le tendon rotulien, est considéré par les physiologistes et les pathologistes comme un phénomène réflexe, nécessitant par conséquent l'intervention de nerfs sensibles, de centres nerveux spinaux et de nerfs moteurs. A. D. Waller combat cette explication classique, en se basant principalement sur la faible durée (moins d'un centième de seconde, selon lui) du temps perdu, c'est-à-dire du temps qui s'écoule entre le moment de l'excitation mécanique, par choc du tendon, et le début de la contraction musculaire. La contraction serait, d'après lui, produite par excitation mécanique directe du muscle. Le temps perdu correspondant aux réflexes les plus simples comporte toujours, comme on le sait, un minimum de plusieurs centièmes de seconde.

Deux des maîtres de la Physiologie, Chauveau et Marey, nous ont donné chacun un ouvrage capital sur la physiologie du mouvement, le *Vol des Oiseaux* (Marey) et la *Contraction musculaire* (Chauveau).

Zuntz a récemment repris une question intéressante, celle de la comparaison du muscle vivant avec les machines à vapeur ou à gaz, au point de vue de l'utilisation de l'énergie chimique et de sa transformation en énergie mécanique. Les meilleures machines à gaz n'utilisent, d'après Schotte, que 7,33 % de la chaleur de combustion du charbon; et dans les machines à gaz on ne recueille sous forme de travail que 10, 82 % de l'énergie calorifique du gaz brûlé.

Les expériences de Zuntz, Lehmann et Hagemann faites sur le cheval, celles de Katzenstein, Gärtner, etc., faites chez l'homme, ont montré que le moteur vivant utilise jusqu'à 35 % de l'énergie de combustion des aliments, et la fait apparaître sous forme de travail extérieur. Le moteur vivant est donc, sous ce rapport, très supérieur à la machine à feu. Les moteurs électriques alimentés par des piles présenteraient seuls un rapport encore plus favorable entre l'énergie chimique dépensée dans la pile et le travail extérieur fourni par le moteur.

Mais il ne faut pas oublier que si la chaleur rayonnée par une machine à gaz peut légitimement être considérée comme un déchet, il n'en est plus de même pour l'animal à sang chaud envisagé comme moteur. La chaleur produite dans les muscles, concurremment au travail, est aussi utile, aussi nécessaire à l'organisme que ce dernier. La portion d'énergie chimique des aliments qui se convertit en chaleur doit être rangée dans la colonne des profits, et non dans celle des pertes, lorsque l'on dresse le bilan de l'organisme.

Voici quelques chiffres intéressants cités par Zuntz : 1000 kilogrammètres de travail pendant l'ascension (déplacement vertical) correspondent à la combustion de 1gr, 665 de chair musculaire, ou 0gr,7151 de graisse, ou 1gr,6315 de fécule ou 1gr,6846 de sucre, c'est-à-dire à la mise en liberté de 2857,1 kilogrammètres d'énergie chimique, dont 1857,1 sont transformés en chaleur (4.3695 calories). Chez l'homme, 1.000 mètres de déplacement horizontal correspondent par kilogramme de poids à la combustion de 0gr,12704 de chair musculaire (0gr,05457 de graisse, ou 0gr,12471 de fécule, ou 0gr,12854 de sucre).

En ce qui concerne la physiologie spéciale des mouvements, la mécanique du larynx et celle de la phonation ont fait l'objet de plusieurs travaux intéressants. Les recherches de Hermann et de Pipping sur le timbre des voyelles se rattachent au même sujet.

VII. — Système nerveux.

Les expérimentateurs avaient jusqu'à présent deux procédés d'investigation à leur disposition dans l'étude des localisations cérébrales : 1° l'extirpation de la portion du cerveau dont on veut déterminer la fonction, extirpation suivie d'une suppression ou d'une altération profonde de la fonction ; 2° l'excitation directe, électrique ou chimique, de la substance nerveuse, excitation qui pour certaines régions déterminées de la substance cérébrale, donne lieu à des mouvements limités à un petit nombre de muscles, soit du membre antérieur, soit du membre postérieur, soit d'une autre portion du corps.

C'est ainsi que la destruction d'une partie déterminée de la surface du cerveau, dans la région occipitale droite du singe, abolit la vision dans la moitié droite de chaque rétine. L'animal opéré ne voit plus rien dans toute la moitié gauche du champ visuel. Au-devant de cette région *psycho-optique* de l'écorce cérébrale, il y a une région dite *psycho-motrice*, dont l'excitation électrique provoque des mouvements des muscles de l'œil. On a pareillement déterminé à la surface du cerveau des régions *psycho-acoustique*, *psycho-olfactive*, etc.

Beck a imaginé un troisième procédé appelé à compléter et à contrôler les résultats fournis par les deux premières méthodes dans l'étude fonctionnelle de la topographie cérébrale.

Ce procédé utilise la variation électrique négative, comme signe révélateur de l'activité de telle ou telle portion de l'écorce cérébrale, survenant à la suite d'une excitation sensorielle appliquée à la périphérie.

Ceci demande un mot d'explication : du Bois-Reymond a montré que les nerfs, les muscles et les éléments vivants en général, lorsqu'ils sont excités et qu'ils passent de l'état de repos à l'état d'activité, sont le siège d'un phénomène électrique spécial auquel il a donné le nom de *variation négative*.

D'après Hermann, la variation négative consisterait en ceci, que la portion irritée de substance vivante devient négative par rapport aux portions voisines restées au repos. Sciecznow, Gotch et Horsley ont montré récemment (1888-1889) que les centres nerveux, notamment la moelle allongée et la moelle épinière, présentent (comme les nerfs et les muscles) le phénomène de la variation négative quand on les excite. C'est ce fait que Beck a utilisé pour l'étude topographique du cerveau.

Supposons qu'il s'agisse de déterminer la situation du centre *psycho-optique*. On appliquera deux électrodes impolarisables sur deux points symétriques de la surface du cerveau et on les reliera à un galvanomètre très sensible. On n'observera aucune déviation ou une déviation insignifiante de l'aimant tant que l'animal est au repos. A ce moment on fera tomber une vive lumière sur un endroit déterminé de l'une des rétines de l'animal : si l'une des électrodes appliquée à la surface du cerveau touche le centre psycho-optique correspondant, on en sera immédiatement averti par le développement d'un courant électrique et d'une déviation de l'aimant indiquant que cette électrode est électrisée négativement. S'il n'y a pas de déviation de l'aimant, cela indiquera que les électrodes ne sont pas à la bonne place : il s'agit alors de trouver cette place par tâtonnements, en déplaçant les électrodes, jusqu'à ce que la déviation se produise au moment où l'œil droit est excité par la lumière. En excitant ensuite la portion symétrique de l'œil gauche, on obtiendra une déviation semblable de l'aimant, mais dans l'autre sens.

Ces faits ont été pleinement confirmés par Fleischl v. Marxow qui avait fait des expériences analogues en 1883 et en avait consigné les résultats dans un billet cacheté déposé à l'Académie des Sciences de Vienne. La publication du travail de Beck l'a déterminé à rompre le silence.

Fleischl a constaté en outre que l'anesthésie par le chloroforme supprime complètement les manifestations électriques dans les centres nerveux, au moment de l'excitation de la rétine ou des nerfs sensibles. Cette observation peut servir jusqu'à un certain point à résoudre la question suivante : La suppression de la douleur est-elle réelle dans l'anesthésie chloroformique ; ou, y a-t-il seulement, après le réveil, suppression du souvenir de la douleur perçue réellement malgré l'anesthésie ? Puisque le chloroforme supprime la manifestation matérielle (variation électrique) du phénomène psychique de la sensibilité, il est probable que le phénomène psychique fait lui aussi défaut pendant l'anesthésie.

Peut-être les faits signalés par Beck, par Fleischl, par Gotch et Horsley mettront-ils fin à la controverse qui se poursuit depuis plusieurs années entre les partisans et les adversaires de la doctrine des centres corticaux psycho-moteurs et psycho-sensibles. Signalons parmi les travaux parus l'année dernière sur ce sujet, les expériences de Brown-Séquard, les recherches de Munk, Mott, Schaefer, Obregia, Gilman Thompson et Sanger-Brown sur les centres corticaux de la vision, celles

de H. Krause sur le centre cortical des mouvements du larynx, celles de Mott et Schaefer sur l'excitation du corps calleux, celles de v. Kórányi sur la destruction du corps calleux, de Flechsig sur les fonctions acoustiques des tubercules quadrijumeaux inférieurs [1], etc.

« Un chapitre très intéressant de la physiologie du bulbe est celui de l'influence qu'exercent les uns sur les autres la plupart des centres nerveux groupés dans cet organe. L'activité de l'un d'entre eux retentit pour ainsi dire forcément sur celle du centre voisin, et souvent le phénomène ainsi provoqué par irradiation ne paraît être d'aucune utilité pour l'acte auquel il s'associe ». (Wertheimer). C'est ainsi que, chez le chien, chaque mouvement d'inspiration s'accompagne d'une accélération des pulsations cardiaques et d'une dilatation des petits vaisseaux. Il s'agit d'une association d'action des centres nerveux respiratoire, modérateur du cœur et vaso-constricteur, situés, comme on sait, dans la moelle allongée et très voisins les uns des autres.

Par un mécanisme semblable, les mouvements de déglutition peuvent, eux aussi, modifier le rythme de la respiration et celui du cœur. D'après Meltzer (1883), chaque mouvement de déglutition s'accompagne chez l'homme d'une accélération passagère des battements du cœur et d'un arrêt de la respiration. Cette accélération est suivie d'une période ultérieure de ralentissement du rythme cardiaque.

Wertheimer et Meyer ont constaté que chez le chien, au contraire, les mouvements de déglutition s'accompagnent d'un ralentissement ou même d'un arrêt complet du cœur.

Le ralentissement du cœur doit son origine à l'association fonctionnelle de trois centres bulbaires impliqués dans le phénomène. Le centre de la déglutition, au moment où il entre en action, exerce une influence d'arrêt sur le centre de la respiration, et l'inhibition respiratoire a elle-même comme conséquence un renforcement d'activité de l'appareil modérateur du cœur.

A. Charpentier a poursuivi ses intéressantes recherches sur la comparaison des sensations visuelles et auditives au point de vue de la durée et de l'intensité d'action de l'agent excitant.

On sait que les animaux empoisonnés par la naphtaline présentent des altérations du cristallin amenant une véritable cataracte. P. Kolinski a montré récemment que la naphtaline agit non seulement sur les yeux, mais en même temps aussi sur les organes internes. Les lésions anatomiques provoquées par la naphtaline dans divers organes peuvent être ramenées principalement à des changements dans le système vasculaire. Quant à la cataracte, elle est d'origine secondaire et due aux lésions de la choroïde, de la rétine et du corps vitré.

[1] Les intéressants travaux de Steiner sur les fonctions des centres nerveux des animaux invertébrés méritent également une mention spéciale.

VIII. — Reproduction.

On sait que l'enfant, encore contenu dans l'utérus maternel, est plongé dans un bain de liquide *amniotique*. Quelle est l'origine de ce liquide? Est-ce un produit de transsudation emprunté aux vaisseaux maternels et destiné à contribuer à la nutrition du fœtus, ou faut-il y voir au contraire une accumulation d'urine fœtale?

Les deux opinions ont été soutenues. Doederlein a cherché à élucider cette question en s'adressant à l'espèce bovine, où le liquide allantoïdien (provenant de la sécrétion rénale du fœtus) reste séparé, pendant toute la durée de la gestation, du liquide amniotique proprement dit. Il résulte des analyses qu'il a faites de ces deux liquides, aux différentes périodes de la gestation, que le liquide amniotique proprement dit ne contient pas d'albumine, et présente une composition saline constante semblable à celle du sérum sanguin. Ce liquide paraît se former uniquement pendant la première moitié de la vie intra-utérine, par transsudation aux dépens des vaisseaux maternels. Dans la seconde moitié de la gestation, le liquide en question diminue peu à peu en quantité : il est avalé par le fœtus, comme le prouve l'analyse du contenu stomacal de ce dernier. On ne peut cependant pas le considérer comme un véritable liquide nutritif, puisqu'il ne contient pas d'albumine. Il ne peut fournir à l'organisation fœtale que de l'eau, des sels et une petite quantité de matières organiques.

Le liquide allantoïdien au contraire présente une composition saline semblable à celle de l'urine du jeune veau et très différente de celle du plasma sanguin. Ce liquide, dont la quantité augmente progressivement jusqu'au moment de la naissance, doit être considéré comme formé par une accumulation de l'urine du fœtus. Le fait qu'il contient de l'albumine en quantité notable n'est nullement contraire à cette manière de voir, puisque les premières urines du jeune veau sont albumineuses.

Si ces données sont applicables à l'espèce humaine, il faut considérer le liquide amniotique (comprenant le liquide amniotiqne proprement dit et le liquide allantoïdien) comme ayant une double origine : ce serait un mélange liquide de transsudation sanguine et de produits de la sécrétion rénale du fœtus.

Léon Fredericq,
Professeur de Physiologie à l'Université de Liège,

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Poincaré (H.), *Membre de l'Institut.* — **Sur la résonance multiple des oscillations hertziennes.** (*Archives de Genève*, *t.* XXV, *p.* 609, *juin* 1891 [1].)

MM. Sarasin et de la Rive avaient expliqué leur découverte du curieux phénomène de la résonance multiple par l'hypothèse que l'excitateur de Hertz produit un spectre continu entre certaines limites. Sans vouloir contester l'exactitude de cette théorie, M. Poincaré cherche à montrer que l'on peut trouver, par une autre voie, une explication plausible des phénomènes. Si la théorie élémentaire est exacte, l'excitateur ne doit donner que certaines harmoniques distinctes, auxquelles l'étincelle excitatrice communique un certain flou; mais une cause probablement plus efficace, de la résonance multiple repose sur le rapide amortissement des oscillations émises par l'excitateur. M. Poincaré développe donc le calcul rigoureux de cet amortissement, calcul auquel il avertit, du reste, de ne pas prêter plus de précision que le phénomène n'en comporte.

Dans l'excitateur sphérique de Lodge, l'amortissement est tel que chaque oscillation est d'un sixième environ de la précédente; dans l'oscillateur de Hertz, le décrément est moindre, quoique considérable encore; une bonne partie de cet amortissement tient à l'énergie rayonnée, qui atteint un sixième de l'énergie totale.

Quant à l'amortissement du résonateur, que l'éminent auteur calcule pour un fil rectiligne et pour un inducteur circulaire, en faisant le rapport de l'énergie totale et de l'énergie rayonnée pendant une demi-oscillation, il est inférieur à $\frac{1}{30}$ pour le premier, et beaucoup plus petit pour le second; il est négligeable vis-à-vis de celui de l'excitateur.

La force électrique en un point quelconque du résonateur, et à un instant postérieur à l'éclatement de l'étincelle, est donnée par le produit d'une sinusoïde par une exponentielle du temps; en d'autres termes, c'est une oscillation harmonique amortie. Le problème est ramené ainsi à l'intégration de l'équation

$$\frac{dt^2}{dz^2} + m^2 z = \mathrm{A} e^{-at} \cos nt.$$

La valeur de z, quantité dont dépend l'amplitude des oscillations de la première harmonique, s'en déduit aisément; elle est constituée par l'ensemble de deux oscillations, dont l'une est amortie, et l'autre d'amplitude constante; elles ont respectivement la période d'oscillation de l'excitateur et du résonateur. On en déduit, en comparant les paramètres, que l'amplitude de la vibration du résonateur est plus grande que l'amplitude initiale de celle de l'excitateur. En faisant varier la période $\frac{2\pi}{m}$ du résonateur, on trouve que le maximum de résonance se produit pour $m = \sqrt{n^2 - a^2}$; sa valeur est sensible, hors de l'égalité de m et n, si a, c'est-à-dire l'amortissement, est très grand.

Dans le cas d'une réflexion sur une paroi métallique, les termes qui contiennent le facteur e^{-at} sont évanouis au moment où l'on observe la résonance; la période du résonateur intervient seule, et l'internœud correspond à sa longueur.

Ch.-Ed. Guillaume.

Bjerknes (V.). — **Sur le mouvement de l'électricité dans l'excitateur de Hertz** (*Archives de Genève*, t. XXVI, p. 228, *septembre* 1891.)

Dans ce mémoire, ainsi que dans deux notes parues aux Annales de Wiedemann (t. XLIV, p. 74 et 92). « Sur l'amortissement des oscillations électriques » et « Sur la résonance multiple » l'auteur part d'une hypothèse analogue à celle de M. Poincaré; il arrive aux mêmes équations, et trouve que l'amortissement considérable de l'excitateur suffit à expliquer la résonance multiple. Ce qui fait l'originalité et la réelle valeur de ce travail, c'est que l'auteur a déterminé par l'expérience le décrément des oscillations de l'excitateur et du résonateur. Pour le premier le rapport de chaque oscillation à la précédente est 0,77, tandis que, dans le second, l'amortissement est de 2 pour mille seulement. Il en résulte qu'après un petit nombre d'oscillations de l'excitateur, celui-ci n'agit plus sensiblement sur le résonateur, dont les ondes décroissent lentement; et, si la différence d'oscillation propre des deux systèmes n'est pas telle que l'interférence soit complète pendant que les ondes excitatries ont une valeur sensible, on observera toujours l'étincelle induite.

Une autre conséquence de cet amortissement est que les ondes de retour, dans le cas d'une réflexion, n'interfèrent pas complètement avec les ondes d'aller, et qu'il n'existe pas de nœuds absolus; ainsi, le mouvement dans le premier nœud dépasse le dixième de celui qui règne dans le premier ventre.

Ch.-Ed. Guillaume.

1. En notre temps, où chaque branche de nos connaissances s'émiette en menues parcelles, où de simples chapitres d'une science possèdent leurs revues spéciales, il ne sera peut-être pas inutile d'indiquer, — à l'occasion de quelques mémoires parus dans les *Archives de Genève*, — le programme qui valut à ces *Archives* leur antique renom; il suffit cependant de parcourir les derniers volumes de ce beau recueil pour se convaincre que, légèrement modifié, limité à certaines questions spéciales des sciences physiques et naturelles, il reste en tous points digne du passé. Les *Archives* sont, avant tout, l'organe des savants suisses, et, en particulier, de la Société helvétique des sciences naturelles, dont l'objet le plus original est l'étude des nombreux phénomènes que la Suisse, seule en Europe, offre à profusion : le terrain extraordinairement soulevé et érosé présente au géologue le plus beau champ d'études; c'est en Suisse aussi qu'il faut aller pour étudier les glaciers et la flore de la haute montagne. Cela seul suffirait pour assigner aux *Archives* une place à part. Mais, en physique et en chimie, la Suisse ne possède, semble-t-il, aucun privilège spécial; tandis qu'il existe une physique allemande, anglaise ou française, il n'existe pas, à proprement parler, de physique suisse; ici l'originalité restait à créer; la rédaction des *Archives* a compris que l'on rendrait grand service aux lecteurs de langue française en leur faisant connaître, par des traductions de mémoires originaux et souvent inédits, et par des analyses très complètes, les découvertes importantes des autres pays limitées à quelques questions spéciales et à l'ordre du jour; les *Archives* en deviennent le centre de publicité. C'est ainsi qu'elles ont donné le premier mémoire original et semi-populaire de M. Hertz sur les ondulations électriques, mémoire reproduit *in extenso* par quelques revues françaises; les beaux travaux exécutés à la suite de ceux de M. Hertz par MM. Sarasin et de la Rive ont paru dans les *Archives*, et c'est là aussi que M. Poincaré a donné ses derniers mémoires sur la question. L'analyse faite par M. Ph.-A. Guye des théories de M. Van der Waals a été, pour la plupart de nos confrères, une véritable révélation et a provoqué la publication, dans les *Archives*, d'importants Mémoires sur la question.

Sparre (C^te^ de). — **Sur le pendule de Foucault.** *Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 14^e^ année, 1890, 2^e^ partie, page 284. Bruxelles, 1891.*

Le très intéressant Mémoire de M. de Sparre, dans lequel il établit les équations du pendule de Foucault, en tenant compte des termes de l'ordre du carré de la vitesse angulaire de rotation de la Terre, a été présenté à l'Académie des Sciences au début de cette année et soumis à l'examen d'une Commission formée de MM. Hermite, Resal, Sarrau, Léauté. Nous ne pouvons mieux faire que de renvoyer ceux de nos lecteurs qui voudraient apprécier l'importance de ce travail, au rapport qui a été fait par M. Resal dans la séance du 13 avril, rapport à la suite duquel, conformément aux conclusions de la Commission, l'Académie a voté l'insertion au Recueil des Savants étrangers.

L. O.

Thurston (R.-H.). — **Reducing internal wastes of the steam-engine.** (*Réduction des pertes de chaleur dans la machine à vapeur.*) *American Society of Civil engineers. Transactions, vol. XXIV, 1891.*

M. R.-H. Thurston a entrepris depuis un certain temps dans son laboratoire de mécanique, à *Sibley College*, une série d'expériences, dont la *Revue* a déjà parlé, sur un procédé permettant de diminuer les pertes de chaleur qui se font dans une machine à vapeur, à travers les parois métalliques. Le procédé consistait, en principe, à attaquer la surface du métal de façon à y faire prédominer le carbone et à imprégner la très légère couche spongieuse ainsi formée d'une matière non conductible, susceptible d'y pénétrer et d'y durcir.

La précédente communication de M. Thurston sur cet important sujet indiquait les résultats obtenus dans les premières expériences faites; mais ces expériences, instituées pour établir l'intérêt de la méthode, n'avaient pas eu la durée et la précision nécessaires pour qu'il fût permis de donner des chiffres; dans sa note récente, le savant mécanicien américain revient sur ce point et fait connaître les résultats des longs essais qu'il a institués et poursuivis.

Il a reconnu qu'en disposant simplement une couche d'huile sur une surface métallique capable de retenir cette couche, on avait une réduction de 10 % dans la perte de chaleur à travers la paroi correspondante. Il a trouvé ensuite qu'en attaquant la surface de façon à y produire une pellicule de carbone, sans d'ailleurs y mettre ensuite aucune matière, on obtenait une réduction de 20 à 40 %. Il est arrivé enfin, en combinant les deux procédés, à un gain de 60 à 70 %, selon les circonstances et suivant la manière d'opérer.

Nous ne connaissons pas le détail des expériences faites par M. Thurston et devons nous contenter de rapporter ici les chiffres qu'il donne; mais son autorité dans tout ce qui touche à la Mécanique est si incontestée, les moyens dont il dispose sont si puissants, qu'on doit porter la plus grande attention à toute affirmation donnée par lui. « Je ne désespère pas, dit-il, d'assurer par ce moyen une action si complète et si efficace que la perte de chaleur à travers le métal soit réduite à presque rien. » Et plus loin : « Nous arriverons peut-être sensiblement aux conditions de la machine idéale et réduirons ainsi la consommation de vapeur et de combustible aux chiffres regardés aujourd'hui comme purement hypothétiques, bien inférieurs à tout ce qui a été atteint actuellement dans la meilleure des pratiques modernes. »

Ce serait un très gros résultat et, malgré notre respect pour M. Thurston, nous demandons à faire des réserves; mais, en admettant même qu'une faible partie seulement de ces espérances fussent réalisées, ce serait encore un progrès considérable, car les pertes de chaleur à travers les parois du cylindre sont, dans la machine à vapeur, une des principales causes de l'infériorité du rendement.

J. Poulet.

2° Sciences physiques.

Mascart (E.) *Membre de l'Institut.* — **Traité d'Optique,** *T. I et T. II gr. in-8°. (Prix : T. I, 20 fr.; T. II, 22 fr.) Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 1889 et 1891.*

L'analyse d'un travail aussi considérable que celui de M. Mascart est impossible à donner, avec détails, dans les quelques lignes consacrées à cette notice. J'essaierai pourtant d'indiquer brièvement les points essentiels qui caractérisent ce magistral ouvrage.

Nous n'avions pas, en France, jusqu'à présent, de livre unique, écrit par la même main et dans le même esprit, dans lequel fussent exposées en détail toutes les parties de l'optique, qui est pourtant une science essentiellement française. Les œuvres de Fresnel formaient bien, il est vrai, la source à laquelle allaient puiser ceux qui avaient désir de connaître *ab ovo* les principes fondamentaux et les recherches du créateur de l'optique physique; de même les conférences de Verdet rendaient, au point de vue de l'enseignement, d'immenses services aux professeurs; mais, depuis Fresnel, que de travaux importants ont été faits, tant en France qu'en Allemagne et en Angleterre, qu'il fallait aller chercher dans tous les recueils spéciaux où ils étaient disséminés!

M. Mascart vient, à la grande satisfaction de tous les physiciens qui s'occupent d'optique, soit pour y faire des recherches, soit pour l'enseigner, de combler cette lacune, et de la combler d'une façon heureuse. Préparé de longue main à ce travail par ses cours du Collège de France et par toute une carrière consacrée à des travaux d'optique de premier ordre, il pouvait, mieux que tout autre, entreprendre cette tâche colossale et la mener à bonne fin.

Dès le commencement de l'ouvrage, l'auteur expose la théorie des ondulations, point de départ naturel et logique de toute son étude. Le principe d'Huyghens, ses constructions géométriques viennent ensuite, ainsi que quelques propriétés géométriques des ondes; après quoi l'on entre en plein dans cette partie élémentaire de l'optique qui fait partie du cours de mathématiques spéciales, et qu'on appelle l'*optique géométrique*, étude des systèmes et des instruments d'optique (p. 1—156).

Aussitôt après l'optique géométrique, M. Mascart entre dans la théorie des interférences, immédiatement appliquées à l'étude de la diffraction, qui fait l'objet d'un long et important chapitre, puis traite l'interférence dans les lames isotropes, anneaux de Newton, lames de Jamin, etc.; là se trouve dans tous ses détails la théorie des bandes de Talbot, dont l'auteur a su faire une si élégante application à la mesure des indices de réfraction des gaz.

Puis vient un chapitre sur les applications des interférences : mesures de dilatation, réfractomètres interférentiels.

Le chapitre VIII est consacré à la polarisation et contient l'exposé de la loi de Malus, et le chapitre IX, qui termine le premier volume, traite de la double réfraction et des polariseurs et analyseurs biréfringents.

Le tome II est consacré à l'étude très approfondie, de la polarisation chromatique, de la polarisation rotatoire, de la réflexion et de la réfraction sur le verre et sur les métaux. Il est à peine nécessaire de dire que le livre est *au courant* et que la découverte de M. Lippmann, la belle expérience de M. Otto Wiener y sont exposées à leur place. C'est dans ce volume surtout que le lecteur appréciera quel avantage immense il y a à trouver groupées les théories diverses que l'on a proposées, et qui sont exposées avec une unité de rédaction et une unité de notations qui sont une des qualites les plus précieuses de l'ouvrage.

Là s'arrête le tome II; mais l'optique n'est pas finie, et M. Mascart, dans la préface du second volume, s'excuse de n'avoir pas su répondre au programme qu'il s'était tracé, de faire en deux volumes l'exposé de toute la science de la lumière.

Est-ce sa faute? Nous ne le croyons pas. Il n'y a peut-être pas, l'électricité à part, de sujet aussi vaste que celui-là. Quand on entreprend un tel voyage, on s'aperçoit que le chemin est plus long qu'on ne l'avait prévu. Ce n'est pas un gros inconvénient quand les forces du voyageur lui permettent d'achever la route qui reste à parcourir sans montrer trace de fatigue. M. Mascart est de ces voyageurs-là : dans son tome III, que nous attendons impatiemment, il nous conduira au bout de la carrière, et il pourra avoir la conscience d'avoir rendu à tous les savants et à tous les professeurs un immense service en publiant son *Traité d'Optique* dont le succès sera certainement aussi grand à l'Etranger qu'en France. ALPHONSE BERGET.

Huntington Williams (George). — **Elements of Cristallography for students of chemistry, physics and mineralogy.** (*Eléments de cristallographie*). 2e *édition* (2 *fr.*). *Macmillan et C° Bedfort Street, Covent Garden. Londres*, 1891.

Ce livre n'a pas la prétention, dit l'auteur, d'être un traité complet de cristallographie, mais seulement d'être utile et de fournir des indications assez étendues, soit aux étudiants, soit aux physiciens et aux chimistes, dans les besoins qu'ils ont de reconnaître et de déterminer une forme cristalline. L'étude des divers systèmes cristallins y est cependant très complète; formes simples et composées, holoèdres et hémièdres, macles simples et multiples y sont représentés par de nombreuses figures, claires et bien faites, ce qui facilite toujours beaucoup l'emploi d'un livre élémentaire. Celles relatives aux mâcles sont à signaler d'une façon spéciale, car plusieurs d'entre elles ne se trouvent pas communément dans les ouvrages de cristallographie.

Ce petit traité est surtout un traité pratique, cherchant à fournir les moyens d'étudier la cristallographie ou de déterminer une forme cristalline avec le minimum de travail possible. La partie mathématique y est complètement et volontairement laissée de côté.

On peut lui reprocher diverses imperfections qui proviennent de l'influence de l'école allemande, laquelle y domine entièrement. On y trouve, par exemple, la non-séparation des systèmes hexagonal et ternaire, qui sont réunis en un seul dans lequel les formes rhomboédriques sont considérées comme des hémièdres des formes hexagonales; c'est là une hérésie qui n'est admissible ni au point de vue théorique, ni au point de vue pratique.

Le système de notations adopté est celui de Naumann, c'est-à-dire le moins commode et le plus complexe de tous ceux existants; en revanche le seul système de notations qui ne soit pas décrit est celui de Lévy; c'est cependant celui qui est employé en France d'une façon dominante.

Ce qui se passe en Allemagne et en Angleterre à cet égard est assez curieux : il existe en cristallographie un système de notations indispensable, par l'intermédiaire duquel il faut que tous les autres passent, dès qu'il s'agit d'effectuer des calculs cristallographiques : c'est celui de Miller. Il est relativement peu employé. Quant aux systèmes usuels de Nauman et de Lévy, le premier est incommode et complexe : il nécessite des signes conventionnels désagréables en imprimerie, très sujets aux erreurs ; il ne parle pas aux yeux et chaque expression demande un raisonnement pour qu'on arrive à se rendre compte de ce qu'elle représente; ses termes ne tiennent pas sur les figures et nécessitent le recours intermédiaire à des lettres annexes quelconques. Le système de Lévy au contraire est très clair, il est éminemment représentatif aux yeux; à la simple lecture on sait immédiatement à quelle forme cristalline on a affaire; ses termes peuvent être placés sur les figures. Il possède donc comme système usuel tous les avantages qui manquent à l'autre; cependant, de ces deux systèmes, c'est celui de Nauman qui est couramment adopté en Allemagne et en Angleterre, celui de Lévy n'y étant souvent, comme dans ce traité, pas même décrit. Cela découle évidemment du même genre d'esprit qui fait conserver en Angleterre l'usage de mesurer en pouces et en lignes et de peser en onces et en grains. J. CURIE.

Mond (Ludwig.) **Sur le nickel-tétracarbonyle et ses applications dans les arts et manufactures.** *Communication faite à la British Association. Session de* 1891.

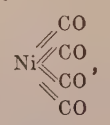
Le premier mémoire de MM. Mond, Langer et Quincke sur le nickel-tétracarbonyle a déjà été analysé dans la *Revue* (t. I, page 657, et t. II, pages 483). Dans sa communication, M. Ludwig Mond rappelle les résultats obtenus alors et y ajoute ceux qu'a fournis depuis l'étude du corps qu'il a découvert.

L'abaissement du point de congélation de la benzine, par dissolution du nickel-tétracarbonyle, conduit à lui attribuer comme poids moléculaire 176,5; la formule $Ni(CO)^4$ correspondrait à 170,5.

Le coefficient de dilatation de ce liquide entre 0° et 36°, est considérable; il a pour valeur 0,001853.

La réfraction est à peu près égale à celle du sulfure de carbone : l'indice correspondant à la raie D, à 10°, est 1, 45843.

La réfraction moléculaire est de 58,63. Si l'on attribue au groupe CO la réfraction ordinairement trouvée dans les composés organiques, la réfraction atomique du nickel serait 25,02. Cette valeur est très considérable par rapport à celle que l'on déduit de l'étude des autres composés du nickel, et qui est voisine de 10. Elle tendrait à faire admettre que, dans le nickel-tétracarbonyle, le nickel a une atomicité bien supérieure à 2. M. Mond pense que la constitution pourrait être représentée par le schéma :



le nickel étant ainsi octovalent. L'étude du pouvoir rotatoire magnétique conduit aux mêmes résultats. Cette conclusion est d'accord avec toutes les propriétés chimiques connues du nickel-tétracarbonyle.

M. Mond signale les résultats négatifs qu'il a obtenus en cherchant à réaliser des composés analogues avec d'autres métaux. Le fer seul a donné un composé contenant 1 atome de fer uni à 4,126 molécules d'oxyde de carbone, c'est-à-dire sensiblement 1 et 4. Ce composé est un liquide, de couleur ambrée; il se solidifie à — 21° et bout à 102°. Son étude, qui n'est pas encore terminée, semble indiquer des propriétés chimiques très différentes de celles du composé du nickel.

La propriété du nickel de former avec l'oxyde de carbone un composé volatil peut être utilisée pour retirer ce métal de ses minerais. MM. Mond et Langer ont obtenu de bons résultats en opérant avec des minerais de nickel contenant de 4 à 40 pour cent de métal à l'état de combinaison avec l'arsenic et le soufre. Voici comment il convient de procéder :

Le minerai est soumis d'abord à une calcination, en vue d'amener le métal à l'état d'oxyde. La masse est ensuite soumise à l'action de gaz réducteurs, à 450°. Pratiquement on emploie dans ce but le gaz à l'eau, (mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone obtenu par l'action de la vapeur d'eau sur le charbon au rouge). Le nickel refroidi est traité par l'oxyde de carbone. On emploie pour cela un appareil dans lequel le minerai se déplace en sens inverse du courant gazeux, ce qui renouvelle les surfaces et facilite la réaction. Quand au bout d'un certain temps la combinaison se ralentit, on chauffe quelque temps le métal à 360° dans un courant d'acide carbonique, ce qui lui rend toute son activité. Le gaz qui a passé sur le nickel est dirigé dans un espace chauffé à 200°. Là, le nickel-tétracarbonyle se décompose, laisse déposer du nickel à peu

près chimiquement pur (contenant pourtant parfois des traces de fer), et l'on retrouve de l'oxyde de carbone qu'on peut faire passer de nouveau sur le minerai. L'oxyde de carbone peut servir ainsi indéfiniment, et comme on n'en emploie que de petites quantités, on peut le prendre à peu près pur. Le dépôt de métal se fait sur de petits fragments de nickel que l'on place dans l'espace chauffé à 200°.

Le dépôt de nickel étant parfaitement homogène et cohérent, on peut produire directement divers objets en métal, en effectuant ce dépôt sur des moules chauffés à 200°. On obtient ainsi un métal tout à fait analogue à celui que fournit l'électrolyse.

Enfin, on peut recouvrir des objets d'une couche de nickel en les immergeant, après les avoir chauffés, dans une solution de nickel-tétracarbonyle dans la benzine ou le pétrole. Le curieux composé, découvert par MM. Mond, Langer et Quincke, est donc déjà susceptible d'applications dont le nombre croîtra certainement encore d'ici peu. Georges CHARPY.

Genvresse (P.). — **Contribution à l'étude de l'éther acétylacétique.** — *Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Imprimerie Gauthier-Villars, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris, 1891.*

Les principaux faits qui ressortent du travail de M. Genvresse sont les suivants :

L'éther acétylacétique bichloré de M. Allihn n'est pas identique avec celui de M. Conrad : cela résulte de l'action qu'exerce l'ammoniaque sur ces deux éthers. Le premier donne, avec ce réactif, de l'éther acétique bichloré et de l'acétamide ; il a pour formule :

$$CH^3 — CO — CCl^2 — CO — OC^2H^5.$$

Dans les mêmes conditions, l'éther de M. Conrad se dédouble en éther acétique et dichloroacétamide ; il correspond donc au schéma :

$$CHCl^2 — CO — CH^2 — CO — OC^2H^5$$

L'éther trichloré de M. Mewes, obtenu par action directe du chlore sur l'éther acétylacétique, n'est qu'un mélange de deux isomères que l'auteur a pu préparer à l'état de pureté.

M. Genvresse établit ensuite que les produits de la réaction de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfurique sur l'éther acétylacétique sont différents : contrairement à l'opinion de M. Hantzsch, le corps que ce dernier avait désigné sous le nom d'*éther mésitène-lactone-carbonique* n'est pas identique au *carbacétylacétate d'éthyle*.

L'auteur termine son mémoire par l'étude de l'action de différents réactifs sur le carbacétylacétate d'éthyle.

H. GAUTIER.

3° Sciences naturelles.

Bastit (E). — **Recherches anatomiques et physiologiques sur la tige et la feuille des Mousses.** — *Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Extrait de la Revue générale de Botanique. Klincksieck. Paris, 1891.*

Les auteurs de thèses pour le doctorat ès sciences accordent généralement beaucoup de soin à l'historique des travaux de leurs devanciers, et en donnent une analyse détaillée, qui met le lecteur au courant de la question, lui montre ce qui a été fait et ce qui restait à faire. M. Bastit n'a pas cru devoir consacrer plus d'une vingtaine de lignes à l'exposé des travaux qui ont précédé le sien. Ce procédé peut prêter à des confusions. Ainsi, en lisant la description de l'anatomie de la tige du *Sphagnum* (p. 5 et suiv.), on ne croirait pas qu'elle se trouve tout aussi détaillée dans quelques traités de botanique. De même, lorsque M. Bastit dit, en parlant de la tige du *Polytrichum* : « On constate çà et là, au milieu du tissu cortical, des formations particulières auxquelles j'ai donné (*sic*) le nom de *faisceaux foliaires...* » (p. 11), on ne se douterait pas que ces faisceaux foliaires sont figurés et désignés sous le même nom dans des traités classiques. La manière dont est faite la description des lamelles qui courent à la surface des feuilles du *Polytrichum juniperinum* (p. 25 et suiv.) ne laisse pas davantage supposer au lecteur que leur constatation n'est pas une découverte, et que, figurées déjà en 1848 par Schimper, elles sont actuellement pour les bryologues l'un des meilleurs caractères de spécification des Polytrichées.

Un tel mépris de la bibliographie rend bien difficile l'analyse d'un travail. Aussi, renonçant à chercher, parmi les 21 conclusions énumérées par M. Bastit comme résultat de ses recherches anatomiques, quelles sont celles qui lui sont personnelles, nous passerons de suite à la deuxième partie, les Recherches physiologiques.

Dans cette seconde partie, l'auteur a soumis les tiges d'une seule espèce, le *Polytrichum juniperinum*, à des conditions variées ; il les a placées dans l'air et dans l'eau, à la lumière et à l'obscurité, dans l'air sec et dans l'air humide ; il a consigné les résultats de ses expériences et les a étendus sans hésitation à toutes les Mousses.

Tout le monde a observé que, si l'on place une touffe de mousse dans une chambre, devant une fenêtre, autrement dit, si on l'éclaire d'un seul côté, les tiges, au lieu de rester dressées comme lorsqu'elles sont éclairées normalement, se courbent vers la lumière ; la lumière exerce donc sur elles une action qui prime celle qu'exerce la pesanteur. M. Bastit s'en est rendu compte à son tour. De plus, le 12 janvier 1890 il a planté des touffes de *Polytrichum juniperinum* au fond de tuyaux de grès, et trois mois après, il a tiré de l'état de ses cultures la conclusion suivante : « Les tiges des Mousses aériennes, éclairées seulement par le haut, sont douées d'un pouvoir héliotropique positif de même sens que le pouvoir géotropique négatif. La résultante de ces deux forces, égale à leur somme, provoque sur les tiges nouvelles une croissance dirigée verticalement de bas en haut (p. 64). »

Tout le monde sait aussi que la plupart des Mousses ont leurs feuilles étalées à l'état humide, tandis que par la sécheresse elles se crispent, se contournent en spirales très serrées autour de la tige ; ces modifications sont si bien connues qu'elles fournissent même des caractères spécifiques. M. Bastit, lui aussi, s'est assuré de l'existence du phénomène, et non d'une manière banale, mais par des « expériences fondamentales » (p. 67) et il l'a suivi dans ses moindres détails ; aussi s'est-il préoccupé de lui donner un nom, dans un paragraphe spécial intitulé : « choix d'une dénomination » (p. 71). Il s'est arrêté à celle de « sommeil hygrométrique » ; elle est harmonieuse et passera peut-être dans le langage courant, car elle serait commode pour indiquer l'état dans lequel se trouve, par exemple, un copeau ou un cheveu qui se tord sous l'influence des variations hygrométriques.

Dans le but de connaître l'influence du « sommeil hygrométrique » sur la respiration, M. Bastit a institué, suivant la méthode de MM. Bonnier et Mangin, des expériences sur le *Polytrichum juniperinum* et il a constaté que l'état de sommeil provoque une diminution dans l'intensité de la respiration (p. 96).

L'auteur enseigne, comme résultat de ses mesures, que le rapport $\frac{CO^2}{O} = 1 = \text{const.}$; mais il faut pour cela, si l'on suit les chiffres donnés dans les tableaux, admettre, entre autres choses, que (p. 90) :

$$\frac{CO^2}{O} = 1.00 = 0,94 = 0,85 = 0,66 = 0,62 = 1 = \text{const.}$$

M. Bastit admet, il est vrai, que ces écarts peuvent s'expliquer par des différences d'âge.

En lisant cette conclusion (p. 93) que « dans la respiration, à l'obscurité, des Mousses à l'état de veille » (ou de sommeil, p. 94), « le rapport du volume d'acide carbonique dégagé au volume d'oxygène absorbé est cons-

tant, *quelle que soit la température* », on pourrait croire que les expériences ont porté sur plusieurs espèces soumises à des écarts notables de température; mais les tableaux indiquent que toutes ont été faites sur l'unique *Polytrichum juniperinum* et seulement de 17° à 20°. Un écart de 3° a suffi. C'est un peu abuser de l'esprit de généralisation.

Après les expériences de MM. Bonnier et Mangin, on devait prévoir que la fonction chlorophyllienne s'exerce chez le *Polytrichum juniperinum* comme chez les autres plantes vertes. C'est, en effet, ce que M. Bastit a constaté et ce qu'il énonce comme conclusion, après avoir donné beaucoup de chiffres, de formules, de tableaux : « Chez les Mousses à l'état de veille » (ou à l'état de sommeil, p. 109), « la fonction chlorophyllienne s'effectue normalement et rentre dans le cas général de l'assimilation chlorophyllienne » (p. 104). L. O.

Lang (*A.*) *Professeur de zoologie et d'anatomie comparée à l'Université de Zurich.* — **Traité d'Anatomie comparée et de Zoologie,** *traduit de l'allemand par G. Curtel. 1er fascicule. 1 vol. in-8° de 340 pages, avec 191 figures dans le texte (Prix 12 fr.) G. Carré, éditeur, 58, rue Saint-André-des-Arts, Paris,* 1891.

Les étudiants ne peuvent plus aujourd'hui, comme leurs aînés, se plaindre de la pénurie d'ouvrages didactiques à leur usage pour les sciences naturelles. Depuis quelques années, traités d'anatomie comparée, de zoologie, d'embryogénie se succèdent sans interruption et l'on en annonce toujours de nouveaux.

Ne pourrait-on pas chercher une des causes de cette abondante production dans un défaut que chacun reconnaît chez ses devanciers et se flatte en vain d'éviter : c'est que, écrits pour des débutants, tous ces traités ne sont pourtant, dans leur souci d'être complets et au niveau de la science, guère accessibles qu'aux naturalistes déjà exercés. Le nouveau traité d'A. Lang, dont deux fascicules seulement ont paru dans l'édition allemande et dont le premier vient d'être excellemment traduit en français par M. G. Curtel, n'échappe pas non plus entièrement à ce reproche.

Les descriptions d'animaux ou d'organes y sont sommaires et, malgré leur précision, peuvent parfois laisser dans l'esprit place au vague et au doute quand les figures ne viennent pas les compléter.

Le règne animal est divisé en neuf embranchements correspondant à peu près à ceux du traité classique de Claus, sauf que les Molluscoïdes (Bryozoaires et Brachiopodes) rentrent, à juste titre, parmi les Vers, et qu'en revanche les Platodes en sont séparés.

Chaque embranchement est étudié à part; pour chacun une première partie est consacrée à la classification, une deuxième à l'étude comparative de l'organisation et le tout se termine par un ou plusieurs chapitres annexes où sont exposées quelques-unes des questions générales auxquelles les types étudiés aident le plus à répondre. C'est ainsi que la connaissance des Protozoaires conduit à la définition de la cellule, et de là, en vertu de la division du travail physiologique, à l'étude des *tissus* des animaux supérieurs, que l'auteur range sous quatre chefs principaux : tissu épithélial, conjonctif, musculaire et nerveux.

De même la conjugaison des Protozoaires est la première apparition de la sexualité. Les cellules n'étant pas encore différenciées, cette première ébauche de la fécondation se réduit à l'échange entre les conjoints de deux noyaux identiques auxquels on ne peut qu'arbitrairement donner les noms de mâle et de femelle; là encore, c'est la division du travail qui amène, chez les Métazoaires, le dimorphisme sexuel entre l'élément mâle, petit, mobile, débarrassé de tout excès de substance qui ne pourrait que nuire à sa pénétration, et l'élément femelle, sédentaire et volumineux, puisqu'il doit emmagasiner la provision de substance nécessaire au développement ultérieur de l'embryon. L'auteur est ainsi amené à étudier la cellule-œuf, la cellule-spermatozoïde et la fécondation des Protozoaires.

La première évolution de l'embryon et la formation de la gastrula trouvent, de même, leur place légitime dans le deuxième chapitre consacré aux Cœlentérés, qui ne sont qu'une gastrule permanente. L'importance et la généralité de cette forme amènent l'auteur à traiter de la fameuse *loi biogénétique fondamentale* (l'ontogénie est une courte récapitulation de la phylogénie) qui a été si fortement attaquée dans ces derniers temps, ainsi que la distinction du développement embryonnaire en *palingénétique*, tel qu'il a été légué par les ancêtres, et *cœnogénétique*, ou modifié par l'adaptation personnelle.

On voit par là que le traité du savant professeur de Zurich n'est pas un ouvrage d'anatomie descriptive, mais que la théorie y tient une large place. La partie systématique est relativement peu développée, — un court sommaire des caractères généraux de chaque division avec la simple énumération de quelques-uns des genres principaux — et pourtant la classification proposée par l'auteur montre des différences importantes avec celles admises jusqu'à présent, différences qui auraient eu besoin, au point de vue des débutants surtout, d'être soulignées.

Auteur de très remarquables travaux sur les Platodes, A. Lang, par un phénomène très naturel, est frappé de leurs profondes différences avec les autres types animaux : il se refuse à les laisser dans les Vers et crée pour eux un embranchement spécial, qu'il rapproche plutôt des Cœlentérés par l'intermédiaire des Cténophores et de deux animaux encore très imparfaitement connus, la *Cœloplana* et la *Ctenoplana*. N'est-il pas curieux de voir ainsi deux formes, telles que les Planaires et les Némertes, réunies, il n'y a pas quinze ans encore, dans le même ordre des Turbellariés, s'être séparées progressivement à chaque publication nouvelle au point d'appartenir maintenant à deux embranchements différents, sans que les recherches aient depuis ce temps montré entre elles de différences nouvelles bien fondamentales?

Parmi les Vers, il faut aussi signaler la classe nouvelle des Prosopygiens, proposée pour réunir aux Bryozoaires et aux Brachiopodes les Siponculacés; leur caractère commun est d'avoir l'anus dorsal et rapproché de la bouche. Il a fallu pour l'établir démembrer les anciens Géphyriens, et faire rentrer les Géphyriens armés, tels que la Bonellie et l'Echiure, parmi les Annélides Chétopodes. On peut se demander si ce nouveau groupement est vraiment plus naturel.

La classification des Cnidaires est particulièrement intéressante : l'auteur y sépare complètement les Méduses craspédotes et acraspèdes. De même que les premières sont liées aux Hydraires, les Acraspèdes, qu'il désigne sous le nom de Scyphoméduses, doivent se rattacher aux Anthozoaires par la présence d'un œsophage ectodermique et de septums avec filaments gastriques, et ainsi se trouvent constituées deux séries parallèles, les Hydrozoaires et les Scyphozoaires, montrant chacune deux formes principales, l'une fixée, le Polype, l'autre libre, la Méduse. On ne peut nier que cette conception soit un progrès réel de nature à porter la clarté dans le dédale des formes si multiples des anciens Acalèphes.

A signaler aussi l'interprétation du Siphonophore, déjà proposée, du reste, par Hæckel, d'après laquelle le Siphonophore représente une Méduse dont le pneumatophore est l'ombrelle, et la tige commune, le manubrium sur lequel ont bourgeonné d'autres Méduses différenciées, d'après la loi de la division du travail, en individus nourriciers, locomoteurs et reproducteurs. Cette opinion tient le milieu entre les deux théories opposées qui font du Siphonophore, l'une une Méduse unique dont tous les appendices ne sont que les organes, et l'autre une colonie polymorphe dans laquelle chaque appendice représente un individu.

En somme, le traité de A. Lang est une œuvre pleine d'aperçus originaux et de théories intéressantes.

C'est peut-être même ce qui en rendra parfois la

lecture difficile aux débutants. Mais ils y trouveront, en revanche, un précieux secours dans l'abondance et le choix judicieux des gravures ; les 191 figures de ce premier fascicule sont ou des schémas originaux ou empruntées aux travaux les plus autorisés ; toutes complètent, de façon heureuse, les indications sommaires du texte, qui est surtout consacré aux interprétations et aux comparaisons ; elles sont la véritable partie descriptive de l'ouvrage.

G. Pruvot.

4° Sciences médicales.

Fournier (Pr Alfred). — **L'Hérédité syphilitique.** — *Leçons cliniques, recueillies et rédigées par le Dr P. Portalier, 1 vol. in-8° (7 fr.) G. Masson, 120, boulevard Saint-Germain. Paris, 1891.*

Dans un moment où la dépopulation de la France est un sujet de préoccupation publique, le livre du Professeur A. Fournier constitue une actualité d'un énorme intérêt. L'hérédo-syphilis est, en effet, un des facteurs les plus notoires de la mortalité infantile, qui, plus encore que le malthusisme, influe sur la diminution de la population.

On sait combien, depuis les travaux modernes, le champ de la syphilis s'est étendu, combien d'états pathologiques, considérés jusque là comme indépendants, sont attribués maintenant à l'infection syphilitique, surtout à la transmission héréditaire de cette infection. A côté des accidents spécifiques manifestes, qui ne sont contestés par personne, et dont l'évolution a lieu à échéance plus ou moins éloignée, il faut mettre à l'actif de la syphilis des états pathologiques que M. Fournier a proposé d'appeler *parasyphilitiques* : c'est la cachexie fœtale, qui tue les enfants dans l'utérus, ou à peine nés, ou plus tard, sans qu'il soit possible de trouver à leur mort d'autre raison que la tare des parents ; ce sont les troubles dystrophiques généraux ou partiels, retards de développement, infantilisme ou arrêt d'évolution du cerveau, des testicules, des ovaires, etc. ; ce sont les malformations congénitales, pied-bot, bec de lièvre, hydrocéphalie ; enfin, et surtout, ce sont les prédispositions morbides, les terrains favorables à la culture du bacille scrofulo-tuberculeux, au développement des maladies du système nerveux, etc.

Cette terrible hérédité, dont le domaine s'étend ainsi singulièrement, a été méconnue ou mal interprétée dans son mode de provenance, parce que l'appréciation des différents facteurs est toujours d'une difficulté extrême en matière d'hérédité humaine. L'hérédité combinée du père et de la mère est naturellement la plus fatale et la plus nocive ; l'hérédité exclusive de la mère l'est plus que celle du père isolément : ce sont là des faits encore récemment contestés, mais que les observations de l'auteur mettent hors de doute.

Et cependant, que de conditions viennent modifier ces influences originelles ! En dehors des conditions personnelles, qui font l'inégalité des individus devant la syphilis comme devant toute autre maladie, infectieuse ou diathésique, il y a des modifications régulières, c'est-à-dire dont on peut jusqu'à un certain point calculer l'action ; c'est ainsi que plus la conception aura eu lieu en un temps rapproché du début de la maladie chez les parents, plus la gravité des manifestations hérédo-syphilitiques sera grande. Mieux une syphilis aura été soignée, moins lourd à porter sera l'héritage. « Avec du mercure et du temps, tout médecin peut faire d'un sujet syphilitique, sauf exceptions rares, un mari et un père non dangereux. » C'est là une assurance dont il faut se pénétrer, et qui vient un peu éclairer le sombre tableau : car si la syphilis est une menace perpétuelle suspendue sur l'individu contaminé, son pire danger est l'hérédité, dont la probabilité de transmission est de 50 %. Et cette hérédité est terriblement meurtrière : « la vérole tue les jeunes, et les tue parfois par véritables hécatombes, » au point que la mortalité répétée des enfants, dans une famille, soit avant l'accouchement, soit après, doit entraîner souvent le diagnostic rétrospectif d'une syphilis plus ou moins méconnue.

Devant un semblable danger, il faut d'autant moins rester les bras croisés, que nous avons une arme entre les mains et que le traitement antisyphilitique est l'argument le plus irréfutable à opposer à l'accusation d'impuissance si souvent portée contre la médecine.

Il faut donc *traiter*, mais il faut aussi *prévenir* : le syphilitique doit être éloigné du mariage tant qu'un traitement prolongé ne l'aura pas mis non seulement hors d'état de transmettre la syphilis à sa femme, seule chose que comprennent les gens du monde, mais encore dans des conditions telles que la transmission à l'enfant soit aussi peu probable que possible. Marié, il faut lui défendre la paternité et le traiter d'une façon intensive pour le cas où cette paternité se produirait.

Bien plus délicate est la conduite à tenir vis-à-vis de la mère qui, femme indemne d'un homme syphilitique, court le risque de donner le jour à un enfant syphilitique et d'être infectée par lui : ici encore, il faut traiter, mais non aveuglément, et en se guidant sur les circonstances de la grossesse, des grossesses antérieures. Le traitement antisyphilitique bien dirigé est innocent, quoi qu'on en ait dit, des avortements qu'on lui a attribués, et qui doivent être imputés à la syphilis elle-même. Ce qui n'est pas douteux, c'est le danger que court l'enfant, et celui qu'il fait courir à sa mère.

Puis tout n'est pas fini avec l'accouchement : l'enfant porteur de la tare paternelle est un danger pour sa nourrice, danger qu'il est du devoir du médecin de signaler aux intéressés.

Enfin, l'enfant de parents syphilitiques, venu au monde sans lésions spécifiques apparentes, doit être tenu pour suspect, et dès que sa nutrition paraîtra en souffrance, il doit être soumis à un traitement approprié, longuement prolongé.

On conçoit combien sont délicates ces différentes interventions du médecin dans une famille dont les membres semblent jouir d'une parfaite santé, combien il faut être pénétré de l'importance de son mandat pour imposer des mesures souvent importunes et qui semblent purement vexatoires, combien enfin il faut de savoir-faire et de tact pour le faire sans heurter les conventions sociales, et sans troubler pour jamais les relations des époux entre eux.

L'immense expérience du Professeur A. Fournier était seule capable de montrer la route à suivre dans ces circonstances difficiles : la finesse de ses observations et la multiplicité des cas complexes auxquels il a eu affaire, lui ont permis de donner dans son livre des indications précises, appuyées par des exemples bien nets, qui mettent le médecin à même de ne pas faire fausse route et de diminuer dans une notable proportion le terrible impôt payé par la population au fléau syphilitique.

Ainsi envisagées, les leçons cliniques sur l'hérédité syphilitique revêtent une portée sociologique dont l'importance ne saurait échapper à personne.

Dr. Ray. Durand-Fardel.

Levillain (Dr **F.**). — **Hygiène des gens nerveux, précédée de notions générales et observations sur la structure, les fonctions et les maladies du système nerveux,** *in-12, 308 p. (3 fr. 50). Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain. Paris, 1891.*

Le titre de ce livre indique suffisamment ce qu'il est ; il contient un grand nombre de renseignements pratiques et d'explications théoriques très simplifiées qui seront utiles au public auquel il s'adresse. Ça et là, quelques propositions bizarres, comme celle-ci : « L'hypnotisme est une forme des maladies nerveuses » ; et celle-ci : « Sous l'influence du travail intellectuel, on observe une augmentation de volume des membres ».

L. Lapicque.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

(La plupart des Académies et Sociétés savantes, dont la **Revue** *analyse ordinairement les travaux, ne reprennent que ces jours-ci leurs séances.)*

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 septembre.

1° Sciences mathématiques. — A propos de la communication récente de M. Bosscha sur le prototype international du mètre, M. **Fœrster**, président du Comité international des poids et mesures, fait la déclaration suivante : Tout en renvoyant, pour la discussion scientifique de l'équation du mètre des Archives, par rapport au prototype international du mètre, à la publication détaillée des comparaisons exécutées en 1884 par la Commission mixte instituée en commun par la Section française et le Comité international des poids et mesures, le Comité international déclare que le prototype international du mètre en platine iridié, déposé au bureau international des poids et mesures, et sanctionné par la Conférence générale en 1889, est le seul représentant légal de l'unité fondamentale du système métrique, reconnu par tous les pays ayant adhéré à la Convention du Mètre. Le Comité admet qu'il n'est pas sans intérêt d'établir, aussi exactement que possible, les rapports entre d'autres étalons importants et la nouvelle unité ; mais lorsqu'il s'agit de comparer à cette unité, qui est un prototype à traits, un étalon à bouts comme celui des Archives, le degré d'exactitude auquel on peut parvenir ne permet pas d'établir sûrement des équations aussi faibles que celles qui figurent dans le mémoire de M. Bosscha. Le Comité conclut que, dans l'intérêt de l'invariabilité et de l'unité des poids et mesures, il n'est pas admissible de faire dépendre de corrections incertaines et incessantes, la base du système métrique, maintenant définie matériellement par le prototype international. — **M. Charlois** : Observations de quatre nouvelles petites planètes, découvertes à l'Observatoire de Nice les 28 août, 1er, 8 et 11 septembre 1891. — **M. Maurice Lévy** lit une notice sur les travaux de *Pierre-Prosper Boileau*, correspondant de la section de Mécanique, décédé à Versailles le 11 septembre 1891.

2° Sciences physiques. — **M. A. Perot** a vérifié la loi de déviation des surfaces équipotentielles par un diélectrique en forme de prisme (réfraction électrique) au moyen du dispositif suivant : une grande plaque métallique A est disposée parallèlement à l'une des faces d'un prisme de résine ; une autre grande plaque métallique B au potentiel 0 est placée de l'autre côté du prisme et inclinée d'angles variables sur la première, jusqu'au moment où une petite plaque en communication avec un électroscope à feuilles d'or peut être déplacée parallèlement à B sans influencer l'électroscope ; à ce moment, la plaque B est parallèle aux surfaces équipotentielles du champ créé par A à travers le prisme. L'angle des plaques A et B réalisant cette condition a été trouvé unique et indépendant de la distance du milieu de B à l'arête du prisme ; la méthode permet donc de déterminer la réfraction ; les chiffres obtenus vérifient la relation $\frac{\operatorname{tang}\alpha}{\operatorname{tang}\beta} = \frac{K_1}{K_2}$. — **M. Aymonnet** a étudié le pouvoir diathermane de l'eau, de l'alcool, de la benzine, du chloroforme et du sulfure de carbone ; il a déterminé pour chacun de ces corps la courbe de variation de la transmissibilité avec l'épaisseur ; il a reconnu qu'on peut appliquer à cette variation les formules de conductibilité calorifique avec le même degré d'exactitude que pour celle-ci. Ayant remarqué que les spectres calorifiques de divers corps présentent une série de maxima périodiques dont les longueurs d'onde sont les multiples d'un même nombre dépendant de la nature du corps, il compare les milieux diathermanes à des corps sonores, pouvant produire, sous le choc calorifique, plusieurs séries d'harmoniques ; de cette théorie, il tire une relation entre l'indice de réfraction, la densité, le poids moléculaire et le pouvoir diathermane ; l'expérience vérifie la loi. — **M. G. Tissandier** adresse une relation du cyclone de la Martinique du 18 août 1891, rédigée par un industriel de Saint-Pierre, **M. L. Sully** ; cette relation est accompagnée de photographies et de la courbe barométrique tracée par un appareil Richard pendant la tempête.

Mémoires présentés. — **M. Laillet** : Sur les causes qui ont déterminé le dernier cyclone de la Martinique. — **M. Meunier** adresse un complément à ses précédentes communications sur les moyens propres à assurer la sécurité des chemins de fer. — **M. H. Hermite** : Sur l'unité des forces en Géologie. — **M. Ed. Bertelé** : Sur un système de soupape de sûreté, à siéges multiples, pour chaudières à vapeur.

Séance du 5 octobre.

1° Sciences mathématiques. — **M. E. Cosserat** : Observations de la comète Wolf (1884 *e* III) faites au grand télescope de l'Observatoire de Toulouse. — **M. E. L. Trouvelot** décrit un phénomène solaire qu'il a observé du 6 au 10 août 1891, et qu'il considère comme la chute d'une protubérance dans l'ouverture d'une tache.

2° Sciences physiques. — **M. L. de la Rive** traite par le calcul la valeur de la tension électrostatique dans le diélectrique, en partant de la seule hypothèse d'un fluide incompressible émanant d'un centre ou d'un nombre quelconque de centres, hypothèse mentionnée par Maxwell dans un de ses mémoires ; il démontre que la valeur de la tension dans le diélectrique est celle que l'on obtient en calculant la quantité de mouvement du fluide électrique supposé incompressible.

3° Sciences naturelles. — **MM. A. Rodet et J. Courmont** avaient montré précédemment l'action prédisposante des cultures filtrées du *Staphylocoque pyogène ;* ils ont reconnu l'existence dans ses cultures d'une matière soluble vaccinante, à côté de la substance prédisposante qui masque les effets de la première ; on peut séparer ces deux substances par l'alcool, qui précipite la première et dissout la seconde ; les lapins, qui ont reçu en injection l'extrait alcoolique des cultures, succombent plus vite que les témoins aux inoculations virulentes du Staphylocoque ; les lapins qui ont reçu en injection la substance précipitée par l'alcool, redissoute dans l'eau, résistent au même virus. — **M. E. Canu** décrit quelques Copépodes parasites nouveaux, qu'il a observés dans le Pas-de-Calais : *Splanchnotrophus Willemi*, dans *Eolis coronata* ; une *Modiolicola*, sp., dans *Pecten opercularis ;* il a observé aussi *Sabelliphilus Sarsii* (Claparède) sur les branchies de *Sabella pavonina*. — **M. G. Lechartier** a étudié les variations de composition des topinambours au point de vue des matières minérales, dans les conditions suivantes : quatre parcelles d'un sol naturellement riche en phosphates et pauvre en potasse ont été plantées en topinambours pendant cinq années consécutives et ont reçu comme engrais : la première, rien ; la deuxième, du phosphate ; la troisième, du chlorure de potassium ; la quatrième, le mélange de ces deux engrais. Les récoltes en tubercules, feuilles et tiges ont été chaque année pesées et analy-

sées. M. Lechartier examine la variation des principes minéraux dans les récoltes des différentes parcelles et suivant les conditions climatériques de chaque année.

Mémoires présentés. — M. **L. Mirinny** adresse une nouvelle note sur l'heure universelle.

Séance du 12 octobre.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Cosserat** : Sur les systèmes conjugués et sur la déformation des surfaces. — M. **G. Bigourdan** : Observations de la comète périodique Tempel-Swift faites à l'Observatoire de Paris. — Mlle **D. Klumpke** : Observation de la comète Tempel-Swift faite à l'Observatoire de Paris. — M. **Stroobant** a fait des recherches expérimentales sur son équation personnelle au moyen de l'appareil à passages artificiels de M. Wolf. Les principaux résultats tirés d'un grand nombre de séries sont les suivants : la méthode électrique et la méthode de l'œil et de l'oreille ont donné presque les mêmes valeurs; les observations dans les passages de gauche à droite ont été constamment en retard par rapport aux observations dans l'autre sens; l'équation diffère sensiblement pour le bord précédent et pour le bord suivant d'un astre, quel que soit le diamètre de l'astre. — M. **Rateau** propose une théorie générale des *turbomachines* (turbines, ventilateurs centrifuges et à hélice, pompes centrifuges et à hélice).

2° Sciences physiques. — En s'inspirant des idées émises par M. H. von Helmholtz dans sa théorie de l'énergie libre, M. **H. Gilbault** est arrivé à la formule suivante, pour la variation de la force électro-motrice des piles avec la pression : $q\frac{dE}{dp} = dv$; E représente la force électro-motrice d'un élément; q est la quantité d'électricité qui se développe lorsqu'il se produit par suite de la réaction une variation de volume, p est la pression. Pour les piles exemptes de dégagement gazeux, on trouve que la formule donne, jusqu'à des pressions qui ne soient pas trop élevées, une fonction linéaire; l'expérience vérifie ce résultat. Pour les piles à dégagement gazeux, la formule devient $E_0 - E = ALp$ pour les pressions pas trop élevées; la variation pour 100 atmosphères, calculée d'après cette formule et mesurée directement sur huit espèces de piles, a donné des valeurs absolument concordantes. — M. **D. Tommasi** a imaginé de disposer l'oxyde de plomb des accumulateurs dans une série de tubes perforés avec une tige de plomb dans l'axe; cette disposition présente plusieurs avantages sur les accumulateurs à plaques, notamment un allègement considérable et la faculté d'employer au chargement les courants de grande intensité. — M. **E. H. Amagat** publie un nouveau réseau d'isothermes de l'acide carbonique, beaucoup plus complet que celui qu'il avait établi en 1878. La méthode employée pour les déterminations a été celle décrite dans la communication du 8 décembre 1890; la pression a été poussée jusqu'à 1000 atmosphères. Les courbes ont été établies de 0° à 100° de 10° en 10°, de plus, pour les températures 137°, 198° et 258°; de plus encore, pour les températures 32° et 35° qui encadrent la température critique, et qui ont été étudiées en vue de permettre la détermination indirecte du point critique. — M. **G. Hinrichs** montre comment on peut calculer à priori la chaleur spécifique des liquides au moyen des principes exposés par lui dans ses communications antérieures; il traite comme exemple les éthers des acides gras et les éthers chloracétiques. — M. **L. Vignon** continue ses recherches sur les anomalies que présente le point de fusion d'un mélange de deux composés organiques; avec tous les systèmes possibles résultant de la combinaison deux à deux d'amines, de phénols, de carbures d'hydrogène, d'acides et de bases, il a obtenu, comme dans ses recherches précédentes, toujours une différence entre le point de fusion calculé et le point de fusion observé; mais les fonctions chimiques des corps mis en présence l'un de l'autre ne semblent pas influer sur cette variation. — M. **F. Osmond**, reprenant les expériences de MM. Troost et Hautefeuille sur la chaleur de combinaison entre le silicium et le fer déterminée par voie indirecte, a trouvé que, au-dessous d'une certaine proportion de silicium, celui-ci est dissous par le fer avec absorption de chaleur; pour l'alliage d'aluminium, au contraire, le dégagement de chaleur diminue avec la proportion d'aluminium, mais reste toujours positif. — M. **L. Pigeon** a déterminé les chaleurs de formation du bromure platinique et de ses principales combinaisons.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** examine la théorie de l'antagonisme des champs visuels en s'appuyant sur ses expériences récentes. Après avoir éliminé l'hypothèse que le phénomène se passerait à la périphérie, M. Chauveau montre qu'on ne peut s'expliquer le phénomène que par une action inhibitrice exercée par un des centres visuels sur l'autre, les connexions étant supposées telles que partout les points identiques des rétines soient en communication l'un avec l'autre par l'intermédiaire des noyaux d'origine des nerfs optiques. On doit admettre pour ce pouvoir inhibiteur un rythme d'alternance assez lent, de façon à permettre, comme dans les expériences de l'auteur, la combinaison d'images égales vues stéréoscopiquement dans un éclairage de courte durée. C'est de même par l'action inhibitoire qu'il faut expliquer les sensations chromatiques excitées dans un œil par l'éclairage coloré de l'autre œil. Ainsi, les figures blanches, pendant l'illumination en rouge d'un œil, au moyen de l'éclairage latéral, seraient vues vertes par cet œil et rouge par l'autre, parce que l'effet inhibitoire de la fatigue s'exercerait sur le rouge dans l'œil éclairé et sur la couleur complémentaire du rouge dans l'œil opposé. M. Chauveau décrit ensuite le détail du dispositif expérimental qu'il a employé pour ses expériences. — M. **A. Labbé** a étudié les hématozoaires de la Grenouille; il expose ses observations sur le *Drepanidium*, et sur des *Hémamibes* intraglobulaires; il signale un *Polimitus* muni de trois ou quatre longs flagella, qui est sans doute une forme d'un *Trypanosoma*. — M. **G. Lechartier** (suite à sa communication du 5 octobre) a examiné la composition minérale des divers organes végétatifs des topinambours arrachés en septembre, et la compare à la composition au moment de la récolte normale, en décembre. Dans les parcelles n'ayant reçu aucun engrais minéral ou bien un seul, il existait, à la base des tiges, des feuilles noires desséchées, et au-dessus d'elles des feuilles jaunissantes, celles du sommet étant seules entièrement vertes. De l'analyse de ces feuilles, il résulte que c'est le manque d'une substance minérale qui détermine leur dessiccation, et que la substance qui leur a été retirée a servi à l'édification d'autres parties de la plante.

Mémoires présentés. — M. **J. Fenyi** : Remarques sur l'interprétation de certains phénomènes observés dans les protubérances solaires. — M. **Alf. Basin** adresse un projet d'aéroplane-ballon dirigeable. — M. **Decohorne** adresse la description d'un appareil auquel il donne le nom de *Régleur solaire*; c'est un système de cadran solaire dont les indications se lisent sur un cylindre orienté suivant l'axe du monde. — M. **Léopold Hugo** : Sur une formule relative au nombre π.

L. Lapicque.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 29 septembre

M. **Semmola** lit l'observation d'un malade chez lequel il a guéri par les courants continus une occlusion intestinale d'origine nerveuse, avec paralysie vésicale, développée à la suite d'une diarrhée violente et après une purgation répétée. Les ressources thérapeutiques usuelles ne donnèrent aucun résultat. Les courants continus (le pôle positif dans le rectum et le négatif sur le ventre) amenèrent la cessation de la polyurie, et

le malade reprit complètement, à la fin du troisième jour, ses fonctions intestinales normales. — M. Lancereaux présente au nom de M. **Thiroloix**, son interne, un chien rendu diabétique par l'ablation presque complète du pancréas. Pour M. Lancereaux les résultats obtenus peuvent se résumer ainsi : La destruction totale, sur place, du pancréas n'amène pas le diabète, tandis que la section, l'ablation de la glande normale ou fonctionnellement supprimée le produit toujours. Cette communication donne lieu à une discussion à laquelle prennent part MM. **G. Sée**, **Lancereaux**, **Aug. Ollivier**, **Semmola** et **Lagneau**.

Séance du 6 octobre

M. **Béchamp** termine sa communication sur le lait. Dans le cours de son discours l'auteur décrit l'expérience suivante : Un petit chat a été enterré entre deux couches de *carbonate de chaux pur*, préparé exprès et créosoté, dans une vase de verre. Le tout, soigneusement mis à l'abri des poussières de l'air, a été laissé en cet état pendant sept ans. Au bout de ce temps, il ne resta plus dans la région où avait été placé le chat, que quelques fragments d'os blanchis et une masse sèche blanche, laquelle, examinée au microscope, contenait une foule de *microzymas*; ceux-ci introduits dans l'empois créosoté le firent fermenter et finalement se transformèrent en vibrions. M. Béchamp termine sa communication par trente-six conclusions dont voici quelques-unes : Le lait de vache, lait à caséine, s'aigrit et se caille spontanément; ceux d'ânesse et de femme, laits sans caséine, s'aigrissent sans se cailler. L'air n'est pour rien dans l'altération des différents laits. Les vibrions, le ferment lactique, les ferments végétaux ne sont, dans aucun cas, la cause de ces altérations. Les microzymas propres, inhérents, de chaque espèce de lait, en sont la cause unique. Les vibrions n'apparaissent qu'après l'altération accomplie. Les laits de vache et de chèvre, saturés d'éther, se conservent longtemps liquides; au bout de plusieurs mois ces laits finissent par se cailler sans aigrissement. Le lait de vache, exposé au large contact de l'air, s'aigrit et se caille avant toute apparition de vibrions ou d'autres ferments. Le lait de vache bouilli pendant deux minutes peut se cailler sans aigrir. Les microzymas n'ont pas pour origine les germes de l'air, mais celle de l'être même qui les contient. Bref, le microzyma est au commencement et à la fin de toute organisation. Le microzyma peut devenir vibrion, bactérie, bacille. Le microzyma, atome de l'organisation, résiste à la mort. Les germes de l'air ne sont que les microzymas des êtres disparus et détruits dans le passé (microzymas géologiques) ou se détruisant sous nos yeux. Dans le temps présent, avec les microzymas et les poussières, l'air charrie les spores, les conidies des plantes, etc.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 17 octobre.

M. **Dubief** a fait fermenter une solution de glucose par le bacille d'Eberth d'une part, et par le *Bacillus Coli communis* de l'autre; dans les deux cas, il a obtenu une fermentation de même intensité, donnant comme produits, dans l'un et l'autre cas, de l'acide carbonique, de l'alcool, de l'acide butyrique et de l'acide lactique; la seule différence consiste en ce que le *B. Coli communis* a donné plus d'acide lactique. — M. **Féré** a constaté que les bromures doivent être rangés de la façon suivante par ordre de toxicité décroissante : bromures de potassium — de strontium — d'ammonium — de sodium. Il a pu remplacer le bromure de potassium par le bromure de strontium dans toute ses applications, avec des effets identiques. Il a examiné la question des aptitudes morbides créées par le régime bromuré, en instituant des expériences sur des cobayes; il a reconnu que les cobayes recevant du bromure de potassium contractent plus facilement la tuberculose que les sujets normaux. — En commun avec M. **Herbert**, M. Féré a reconnu que le bromure de potassium s'accumule dans l'organisme; cette accumulation a lieu principalement dans le foie. — M. **Sabouraud** présente une observation de tuberculose congénitale avancée sur un enfant ayant vécu dix jours. — M. **Charrin** a fait l'examen bactériologique d'un cas de granulie, diagnostiqué pendant la vie et présentant à l'autopsie les lésions caractéristiques; il n'a pu trouver, par aucune méthode, un seul bacille de Koch; mais il a obtenu des cultures d'un petit bacille court, inoculable au cobaye. — M. **Brown-Séquard** expose les faits récents observés dans toute l'Europe au sujet de l'emploi du liquide testiculaire. Plusieurs médecins, entre autres M. Wictorow, en Russie et M. Gibert (du Havre) ont obtenu des améliorations et même des guérisons de l'ataxie locomotrice. M. Waterhouse (de Londres) a eu des améliorations notables dans des cas de myélite. De nombreuses tuberculoses ont été traitées par ces injections, notamment par M. Lemoine (de Lille); les avantages ont été la disparition de la fièvre et des sueurs nocturnes. En somme, les injections de liquide testiculaire sont indiquées dans toutes les affections où prédomine un affaiblissement morbide du bulbe et de la moelle. Les résultats négatifs publiés récemment en Allemagne par M. Führbringer n'ont pas de valeur, les injections ayant été faites non avec le liquide provenant du broyage des testicules, mais avec du sperme, additionné d'ailleurs d'un grand excès d'antiseptiques. — M. **Hénocque** présente un nouveau modèle de son hématoscope, modifié de façon à se prêter à l'examen microscopique. — MM. **Gréhant** et **Jolyet** ont étudié la production d'urée dans l'appareil électrique de la Torpille, par rapport à l'état d'activité de l'organe. On sait que cet appareil contient normalement des quantités énormes d'urée; mais si on sectionne les nerfs électriques d'un côté, de façon à paralyser l'appareil électrique de côté, on trouve, quelques heures après, dans cet appareil une quantité d'urée qui est seulement la moitié ou le tiers de la quantité contenue dans l'autre appareil resté actif. — M. **Blanchard** rapporte un cas d'*Ixodes ricinus* entièrement sous-cutané chez l'homme. Il pense que l'espèce *Distoma ingens* (Moniez), parasite intestinal de la Bonite, doit être identifiée à l'espèce *D. clavatum* de Rudolphi. Ses recherches sur la sangsue, qui infecte tous les marais de l'Afrique septentrionale et spécialement de l'Algérie, lui permettent d'affirmer qu'il ne s'agit pas de l'*Hæmopis sanguisuga*, qui n'existerait pas dans la faune algérienne, mais de la *Bdella* (*Limnatis*) *nilotica* de Savigny. — MM. **Massart** et **Bordet** critiquent les expériences de MM. Charrin et Gley sur l'action vaso-motrice des produits solubles du bacille pyocyanique. — M. **Gley** répond et montre que ces critiques ne sont pas fondées. — A propos de travaux parus récemment en Allemagne sur le diabète asphyxique, M. **Dastre** rappelle qu'il a étudié, il y a déjà plusieurs années et d'une façon plus complète, la question de la glycémie asphyxique; il annonce de nouvelles recherches sur ce sujet. — MM. **Mairet** et **Bosc** : Toxicité de l'urine des aliénés. — M. **Nepveu** : Corps flagellés inclus dans les cellules blanches chez les paludiques. L. LAPICQUE.

SOCIÉTÉ DE PHYSIOLOGIE DE BERLIN

Séance du 16 octobre 1891.

M. **Lüderitz** a étudié dans le rétrécissement artificiel de l'aorte la pression sanguine prise dans le ventricule gauche et dans la carotide droite. L'aorte étant libre, le manomètre, mis en relation avec le ventricule, inscrivait une courbe composée d'une ascension brusque, d'un plateau ondulé et d'une descente rapide; la courbe de la carotide avait également une montée brusque, puis descendait lentement en escalier jusqu'à la chute suivie d'une remontée constituant le dicrotisme. A la suite du rétrécissement de l'aorte, la pression sanguine dans la carotide tomba à la moitié ou au tiers de sa valeur primitive, chez le lapin comme chez le chien; dans le ventricule, elle doubla chez le lapin, tripla et

quadrupla chez le chien. La durée de la contraction ventriculaire augmenta en même temps que son énergie ; elle s'accrut de 50 °/₀. La forme de la courbe manométrique changea également ; le plateau de la courbe ventriculaire fit place à un cintre à sommet médian ; la courbe de la carotide de son côté présenta une ascension inclinée. — M. T. **du Bois-Reymond** présente des photographies du fond de l'œil qui laissent bien loin en arrière toutes les tentatives dans cette voie. — M. **Wertheim**, dans ses recherches sur la vision indirecte, a fait l'observation suivante : Si, dans une chambre noire éclairée par un bec de gaz, on fixe un point de la muraille, de manière que l'image d'un disque vivement éclairé tombe à la périphérie de la rétine, cette image disparaît lorsqu'on ferme le bec de gaz ; le disque lumineux réapparaît au moindre mouvement de l'œil. De même, si l'on regarde indirectement le disque clair avec l'un des yeux et, avec l'autre, une large surface bien éclairée, l'image indirecte disparaît quand cette surface s'éteint. — M. **Lilienfeld** a étudié la nature chimique des globules sanguins, en les soumettant sous le microscope dans une chambre humide à l'action digestive d'une solution chlorhydrique de pepsine. Une partie des globules se dissout et il reste un résidu granuleux, insoluble dans l'alcool, l'éther et les acides, se dissolvant dans la potasse. Les réactions chimiques ont montré qu'il en est de même du résidu de la digestion des noyaux des leucocytes ; or, ceux-ci sont constitués par de la nucléine : la partie dissoute est l'albumine ; on doit donc considérer les globules sanguins comme une nucléo-albumine, où indubitablement l'albumine et la nucléine forment une combinaison chimique et non un mélange. Divers faits viennent à l'appui de cette thèse, comme le fait que les globules rouges ne sont pas des éléments primitifs du sang, mais bien des produits résiduaires d'autres formations, probablement des leucocytes. Dr W. Sclarek.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 23 septembre 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. Imchenetsky présente le travail de M. **Bougaïeff**, professeur à l'Université de Moscou, sur les *Intégrales fractionnaires partielles des équations différentielles*. Le sujet de ce travail est en connection étroite avec la question traitée déjà par M. Imchenetsky en 1887 (Voyez les *Suppléments* au t. LV des *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*) et se rapportant aux équations différientielles linéaires à coefficients rationnels. En comparant son travail à celui de M. Bougaïeff, le savant académicien conclut ainsi qu'il suit : « L'avantage de la méthode proposée par M. Bougaïeff consiste en ce qu'elle est applicable à toute équation différentielle susceptible d'une solution fractionnaire rationnelle, tandis que les anciennes méthodes n'avaient pour objet que les équations linéaires. Cependant, malgré toute la simplicité théorique de cette nouvelle méthode, son application pratique est assez difficile à cause d'un grand nombre de transformations auxquelles il faut soumettre consécutivement l'équation différentielle pour obtenir l'intégral partiel sous forme d'une fraction ininterrompue. En outre la méthode ne contient pas de critérium qui permettrait de conclure d'avance si la solution est possible ou non dans chaque cas particulier donné ; de sorte que l'on est exposé quelquefois de faire toutes les transformations en pure perte ». En somme la méthode de M. Bougaïeff n'exclut nullement celles proposées par M. Imchenetsky qui paraissent être plus pratiques et plus rapides. — M. Brédikhin communique une note de M. **G. O. Struwe**, astronome à l'Observatoire de Pulkova, sur la *Libration d'Hypérion*. Les observations faites sur ce septième satellite de Saturne à l'aide d'un réfracteur de 30 pouces, durant les dernières cinq années, ont amené la découverte d'un phénomène remarquable en ce qui concerne son mouvement. L'on sait que les mouvements moyens des deux satellites de Saturne, Titan et Hypérion présentent un certain rapport avec le mouvement des apsides du second de ces satellites, et notamment : $4\,n\,(\text{Hyp.}) - 3\,n\,(\text{Tit.}) = d\,\pi$; les latitudes moyennes de ces satellites sont liées entre elles par l'équation $4\,l\,(\text{Hyp.}) - 3\,l\,(\text{Tit.}) - \pi = 180° +$ la libration. Cette équation est analogue à celle que l'on rencontre dans la théorie des premiers trois satellites de Jupiter. Or, il se trouve que la libration, négligeable pour ces derniers, est très sensible dans les mouvements d'Hypérion. Elle serait, d'après M. Struwe, de 36° et sa période égalerait 640 jours. Les observations antérieures de Lassel et du professeur Hall (de Washington) concordent parfaitement avec ce résultat. La libration, dépendant principalement de la masse du plus grand satellite, Titan, détermine de grandes variations périodiques dans les longitudes moyennes d'Hypérion ; il ressort des observations, que ces variations peuvent atteindre 9 degrés, c'est-à-dire plus de la moitié du mouvement exécuté pendant les 24 heures.

2° Sciences naturelles. — M. Famintsin lit une note sur une *nouvelle bactérie : Nevskia ramosa*. Cette bactérie constitue des colonies de formes variées, munies d'un pedoncule ramifié. A l'extrémité des ramifications aplaties du pédoncule on observe les cellules en forme de bâtonnets de la bactérie, une par pédoncule, disposées parallèlement au bord externe de ce dernier. Le pedoncule est le produit d'une secrétion mucilagineuse des cellules ; le mucus s'accumulant sur l'un des bords de la cellule en quantité plus considérable que sur les autres, se transforme en un pédoncule de la cellule. Après avoir atteint sa taille normale, chaque cellule de la bactérie se divise transversalement en deux cellules ; en même temps à l'extrémité de l'ancien pédoncule en apparaissent deux nouveaux. C'est ainsi que s'opère l'accroissement de colonie et la ramification du pédoncule. Les cellules de la bactérie contiennent des gouttelettes d'une huile volatile. L'enveloppe de la cellule se voit surtout nettement après que la cellule s'est complètement dégagée du mucus qui l'englobait. Les caractères mentionnés plus haut suffisent, d'après notre éminent confrère, pour justifier la création d'un genre nouveau de bactérie, auquel il donne le nom de *Nevskia*.

O. Backlund,
membre de l'Académie.

CORRESPONDANCE

SUR LES LABORATOIRES DE MÉCANIQUE

Les commentaires consacrés, dans la presse, aux récents articles de la Revue *sur les laboratoires de mécanique*[1] *ont surtout visé, comme ces articles eux-mêmes, la nécessité d'appliquer l'expérience à l'étude des machines en marche. Sur une autre face de la question, — l'utilité des laboratoires au point de vue de l'enseignement, — nous avons désiré avoir, outre l'avis des professeurs déjà exprimé ici, le sentiment des praticiens : nous nous sommes adressé dans ce but à l'un des plus grands indus-*

[1] Voyez les articles signés : V. Dwelshauvers-Dery, Un Mécanicien, E. de Blliy, R. H. Thurston dans la *Revue* des 15 juin, 30 juillet et 15 octobre 1891.

triels de l'Angleterre, M. B. Donkin, dont la compétence en matière de Mécanique appliquée et de Métallurgie est connue dans le monde entier. Voici la réponse de l'illustre ingénieur :

Lettre de M. Donkin

Cher Monsieur,

C'est avec grand plaisir que je réponds à votre demande et vous envoie mes idées, en tant qu'ingénieur, sur l'utilité de laboratoires de mécanique bien outillés non seulement dans les écoles et collèges techniques, mais aussi dans les universités.

Il y a grand avantage, à mon avis, à créer une bonne éducation moderne, spécialement pour les jeunes gens qui se destinent aux différentes branches de l'art de l'ingénieur, électricité, chemins de fer, constructions navales, etc...

Pourquoi, demanderons-nous, envoie-t-on un jeune homme dans une école ou un collège d'ingénieurs? N'est-ce pas principalement pour le préparer à sa future vie pratique? Pour cela, il devra acquérir une connaissance des machines que ne peut lui donner l'étude exclusive sur le papier et dans les livres.

Pour qu'il fasse le meilleur usage de son temps, il faut que les systèmes et méthodes d'enseignement l'intéressent autant que possible à son ouvrage. Ce résultat sera obtenu, je crois, en complétant les cours par l'étude de bons modèles. Un jeune homme travaillera toujours mieux ce qu'il travaille avec plaisir. S'il est attiré et intéressé, il fera un bien meilleur usage de son temps, avec beaucoup plus de profit, et cela, sans pression extérieure. Il apprendra parce que cela lui fera plaisir et non parce qu'il y sera forcé. Le travail manuel avec des outils, des tours, etc., est généralement un plaisir pour les jeunes gens.

Un collège, pour être aussi attrayant et aussi utile que possible, doit posséder une bonne collection de modèles susceptibles d'être démontés ou mis en mouvement. Il faut qu'il y ait aussi une machine à essayer le bois, le fer, l'acier, les fils de fer, les cordes, etc..., aussi bien que des tours, des raboteuses et d'autres machines à travailler les métaux; une machine à vapeur est aussi très utile pour permettre aux jeunes gens de faire des expériences sous la direction du professeur; il en est de même pour un petit moteur à gaz et une presse hydraulique.

Quelque capable que puisse être un professeur, un laboratoire bien monté lui sera toujours une aide inappréciable pour ses cours, qui devraient, à mon avis, être faits dans le laboratoire même. Tout serait disposé ainsi pour familiariser l'élève avec les différentes applications mécaniques.

Quand j'étais au collège de l'Université à Londres, ou à l'Ecole Centrale de Paris, nous n'avions aucune machine à notre disposition, aucun modèle à démonter et nous nous bornions à apprendre dans les livres. Le résultat était qu'à notre sortie nous avions à faire, de toutes pièces, notre éducation pratique, nous n'avions aucune connaissance réelle des propriétés de la fonte, du fer ou de l'acier. Les deux branches de ces études devraient, à mon avis, marcher de front pendant un certain temps, pour le plus grand avantage des élèves aussi bien que de leurs maîtres.

Les jeunes gens qui, après avoir terminé leurs études, doivent entrer dans un atelier de mécanique seront ainsi capables de faire beaucoup plus de choses dans le même temps. Ceux-là même qui n'entreront pas dans un atelier se ressentiront néanmoins des avantages de l'éducation pratique qu'ils auront reçue au collège.

Nos professeurs d'Angleterre ont souvent noté que des jeunes gens qui, avant d'entrer au collège, avaient passé quelques mois dans un atelier, suivaient les cours avec beaucoup plus d'intérêt et de profit que ceux qui n'avaient pas subi le même entraînement.

Le nombre des collèges qui possèdent, dans leurs laboratoires d'ingénieurs, des machines à vapeur et de bons appareils, a considérablement augmenté en Angleterre, dans ces dernières années. Il y en a environ 15; et j'espère bien que d'ici 10 ou 15 ans, il y en aura plus de cent, tellement ceux qui existent sont appréciés par les élèves et les professeurs.

Que diriez-vous d'une méthode d'enseignement de la chimie qui ne comporterait pas de laboratoire? Ou d'un enseignement de la médecine sans la pratique de l'hôpital? Les jeunes ingénieurs doivent apprendre à couper des métaux comme les étudiants en médecine apprennent à couper des muscles et des os.

Comparons entre eux deux collèges : l'un de l'ancien modèle, ne comportant ni moteurs, ni machines; le second, fourni au contraire de machines et d'appareils mécaniques. Supposons que les professeurs et le mode d'éducation soient identiques dans les deux cas. Peut-il y avoir un doute sur le choix que fera un père qui veut envoyer son fils au collège après avoir examiné les deux maisons, et sur le choix que fera le fils si on lui demande ses préférences?

Après avoir écrit ceci, j'ai interrogé mon fils qui vient de quitter le collège de l'Université de Londres, et lui ai demandé de me donner l'avis d'un jeune homme de vingt ans sur ces questions. Il me répondit que les jeunes gens aiment beaucoup tous les modèles et machines-outils, que les leçons sont rendues ainsi plus intéressantes et plus attrayantes. Il ajouta que si les leçons du professeur étaient faites sur de simples croquis, les étudiants n'écouteraient pas avec la même attention que devant un modèle d'étude. Un dessin immobile ne suffit pas dans la plupart des cas pour donner une idée des mécanismes et permettre d'en suivre la description avec intérêt.

Agréez, etc...

B. Donkin.

La crainte d'insister outre mesure sur une question maintenant bien connue de nos lecteurs, nous prive du plaisir d'insérer diverses lettres que nous avons reçues sur ce même sujet. Nous nous bornerons à publier la plus courte, adressée à M. le professeur V. Dwelshauvers-Dery par M. Ch. de Comberousse, professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures, lettre qui emprunte à la situation et à la haute notoriété de son auteur un intérêt tout particulier :

Lettre de M. Ch. de Comberousse

Mon cher ami,

Je tiens à vous dire que je partage complètement vos opinions au point de vue de l'utilité des laboratoires d'essai annexés aux écoles techniques supérieures.

Je voudrais qu'on pût y étudier de près, non seulement le fonctionnement des machines à vapeur, mais celui des pompes et autres machines hydrauliques. Je voudrais aussi que toutes les recherches relatives à la résistance des matériaux y fussent poursuivies sous les différentes formes nécessaires : traction, compression, flexion, glissement, torsion, etc. Ces recherches deviennent tous les jours plus importantes en raison même des progrès métallurgiques et des nouveaux produits qui en résultent.

Il y a trois obstacles à vaincre : l'inertie habituelle opposée à toute création, le petit nombre actuel de sujets capables d'organiser convenablement de pareils laboratoires, l'argent à trouver.

Je souhaite qu'on puisse bientôt les surmonter en France. Je crois que vous êtes en avance sur nous en Belgique.

Votre tout dévoué,

Ch. de Comberousse.

CHRONIQUE

LA PHYSIQUE AU RÉCENT CONGRÈS DE L'ASSOCIATION BRITANNIQUE A CARDIFF

Le congrès que l'*Association britannique* a tenu cette année à Cardiff avait attiré moins de monde que les années précédentes. Les décisions relatives aux étalons de mesures électriques ont néanmoins donné à cette session un grand intérêt.

La section de Mathématiques, Astronomie et Physique était présidée par M. Oliver Lodge. Le discours d'ouverture que ce savant a prononcé a fait sensation. M. Lodge a préconisé la création d'un Laboratoire national où une direction commune, jointe à des ressources que ne sauraient avoir des laboratoires particuliers, permettrait aux chercheurs de donner à la Physique la précision de l'Astronomie. Cette extrême précision — que permet seule d'atteindre une installation telle que celle d'un Observatoire — est de la plus haute importance, bien moins pour son utilité pratique ou pour la satisfation qu'elle peut procurer à un esprit qui aime l'exactitude, que parce qu'elle est souvent la condition indispensable de nouvelles et brillantes découvertes. A quoi tient la magnifique découverte de l'aberration de la lumière, sinon à ce que Bradley reconnut une anomalie portant sur la cinquième décimale ? Le danger d'une pareille institution serait peut-être, il est vrai, de créer une science officielle et d'enlever aux chercheurs l'indépendance et l'initiative hardie qui sont la condition du progrès scientifique. Cette hardiesse de pensée, M. Lodge en donne une preuve nouvelle en recommandant aux physiciens de se livrer à l'étude de ces phénomènes dits de « transmission de la pensée » qui nous paraissent aujourd'hui si mystérieux et qui cesseront de l'être le jour où des expériences sérieuses et systématiques en auront établi les lois. Il y aurait bien quelques réserves à faire sur les digressions métaphysiques de l'auteur des *Idées modernes en Electricité* et sur sa doctrine de l'*Intelligibilité ultime* de l'Univers. Dans tous les cas, on ne peut qu'applaudir à sa conclusion, lorsqu'il déclare qu'un coup d'œil d'ensemble jeté de temps à autre sur la constitution du Monde est indispensable au savant : sans quoi son attention, sans cesse concentrée sur les moindres faits et leurs moindres détails, finirait par lui rendre l'étude monotone, malsaine et intolérable.

L'*Association britannique* demande en général à l'un de ses membres de faire un rapport exposant l'état de la science sur un sujet déterminé et à l'ordre du jour. Le rapport qui paraîtra cette année est l'œuvre de MM. Bryon et Larmor ; il résumera l'état de nos connaissances en thermodynamique, en particulier sur le second principe, qui a donné lieu à tant de discussions.

Parmi les communications faites à l'Association, nous signalerons seulement quelques-unes de celles qui se rapportent à la Physique.

Optique. — Lord Rayleigh a exposé le résultat d'expériences qu'il a faites sur la réflexion de la lumière sous l'angle de polarisation à la surface des liquides limpides. Jamin avait montré que dans le voisinage de l'incidence de polarisation, il y a réflexion elliptique : Lord Rayleigh trouve une ellipticité de l'ordre du millième de celle qu'avait indiquée Jamin. Il attribue les résultats de ce savant à des impuretés résidant à la surface du liquide. C'est là un point qui méritera confirmation.

Electrochimie. — M. Swinburne a présenté une étude très soignée sur l'élément Latimer Clark. Il recommande l'emploi de l'élément en forme d'H tel que l'a construit Lord Rayleigh. Une de ses remarques les plus intéressantes, au point de vue pratique, est relative à la façon dont le coefficient de variation avec la température diffère d'un élément à l'autre : il varie du simple au double pour des éléments qui paraissent identiques. Avec cette cause d'erreur, il est difficile de répondre de la valeur de la force électromotrice du Latimer Clark à moins d'un millième : aussi, comme on le verra plus loin, la Commission a-t-elle toléré un écart de 1/400e dans la construction des étalons de force électromotrice. — Quant aux méthodes indiquées par M. Swinburne pour l'étude des résistances liquides, je ne vois pas en quoi elles diffèrent, au fond, de la méthode fondée sur l'emploi des électrodes impolarisables, telle que l'applique M. Bouty.

Etude des ondes électromagnétiques. — Diverses communications ont trait à ce sujet : signalons, entre autres, le travail de M. Jones, qui a intercalé des couples thermo-électriques sur les fils mêmes qui guident la décharge. Quand la soudure du couple est à un nœud, on ne devrait avoir aucun courant : on obtient seulement en fait un minimum d'action.

Téléphonie. — M. Preece a traité du téléphone établi entre Paris et Londres. La ligne, établie il y a quelques mois, a donné d'excellents résultats. Sa résistance totale est de 692 ohms, sa capacité de 10,62 microfarads ; le produit CR, qui est, on le sait, le principal élément qui détermine le degré de netteté de la parole [1], est égal à 7350 ; on doit donc entendre très bien. La transmission est même meilleure qu'on ne serait tenté de le croire, si l'on s'en tenait à cette seule considération. M. Vaschy avait prévu et indiqué d'avance ce résultat. M. Preece cherche à le justifier par des considérations qui ne sauraient trouver place ici.

Une autre communication sur la *téléphonie* a été faite par M. R. Bennett. Elle est relative à la téléphonie dans les grandes villes. La téléphonie ne prendra une plus grande extension que lorsqu'on aura abaissé le prix des abonnements. M. Bennett estime qu'on arrivera, à Londres, à réduire ce prix à 200 francs. Une simplification importante, ayant pour conséquence la diminution des frais d'installation des postes, serait réalisée par l'emploi du système « Mann », déjà appliqué en Ecosse et à Manchester, au lieu du système ordinaire pour l'appel et la mise en communication des abonnés. Voici la forme simple que M. Bennett propose de donner au système « Mann ». Le téléphone de l'abonné étant normalement en communication avec le double fil de ligne, il suffit d'abaisser une clef pour relier le téléphone à la terre par un bout, l'autre bout étant relié alors au double fil de ligne. Dans le voisinage du poste téléphonique est disposé un fil isolé qui court parallèlement au double fil de l'abonné ; ce fil est limité à une extrémité, et relié par l'autre à la terre à travers le téléphone de l'employé. Quand l'abonné baisse sa clef, le double fil de ligne constitue l'une des armatures d'un condensateur dont l'autre armature est le fil isolé unique du poste. Tout se passe comme si les deux téléphones de l'abonné et de l'employé étaient intercalés sur un circuit à fil unique, relié aux deux bouts à la terre, et sur lequel serait embroché un condensateur. On n'est pas dans les meilleures conditions pour la transmission de la parole ; mais c'est bien suffisant pour que l'abonné indique à l'employé son numéro et celui de la personne avec laquelle il veut correspondre. Tout le travail de l'employé consiste à insérer deux fiches reliées par un double conducteur aux jack-knives des deux

1. M. Preece a remarqué que, quand le produit CR (ohms-microfarads) dépasse 15000, la transmission est impossible ; quand il est voisin de 10000, la transmission est possible, elle ne devient très bonne que pour CR voisin de 5000 ; enfin, si CR est inférieur à 2500, elle est parfaite. CR représente le nombre de millionièmes de seconde que met le courant induit à atteindre sa valeur maxima.

abonnés. L'abonné relève alors sa clef et l'employé ne peut alors en aucune façon surprendre sa conversation avec l'autre abonné. Ceci, on le voit, supprime sonneries et annonciateurs et dispense l'employé de se mettre d'abord en communication avec l'abonné qu'il appelle, avant d'établir la communication définitive. Le poste de distribution est énormément simplifié; et quant au fil supplémentaire qui est nécessaire, ce seul fil peut suffire pour 60 à 100 circuits de double fil, reliant au poste autant d'abonnés. Le coup sec de la clef d'un abonné mettant son téléphone à la terre suffit pour éveiller l'attention de l'employé; l'inconvénient de ce système est que les 60 ou 100 abonnés correspondant au même fil du poste peuvent parler à la fois à l'employé : comme ce qu'ils ont à dire se réduit à peu de chose, M. Bennett déclare qu'avec un peu d'habitude, l'employé arrive aisément à les contenter tous en peu de temps.

Unités électriques. — Dans les travaux de l'*Association* la question capitale a été celle des unités électriques. Une Commission nommée par le Conseil du Commerce (*Board of Trade*) était chargée de présenter un rapport qui a été soumis à la discussion de deux sections réunies. Ce rapport fixe les noms et les définitions des étalons de mesures électriques proposés pour être officiellement adoptés par le *Board of Trade*. La Commission émet les vœux suivants :

1. Que de nouvelles dénominations des étalons de mesures électriques, approuvées en Conseil par Sa Majesté, définissent les étalons du *Board of Trade*.

2. Que la grandeur de ces étalons soit déterminée dans le système électromagnétique de mesures rapporté au centimètre comme unité de longueur, au gramme comme unité de masse et à la seconde comme unité de temps, — en entendant par les termes : centimètre et gramme les étalons déposés au *Board of Trade* et ainsi nommés.

3. Que l'étalon de résistance électrique s'appelle l'ohm et ait pour valeur 1.000.000.000, en prenant pour unités le centimètre et la seconde.

4. Que la résistance opposée au passage d'un courant constant par une colonne de mercure ayant 1 mm. carré de section droite et une longueur de $106^{cm},3$ à la température de la glace fondante, soit adoptée comme valant un ohm.

5. Que la valeur de l'étalon de résistance construit par un Comité de l'*Association britannique pour l'avancement des sciences* en 1863 et 1864 et connu sous le nom d'unité de l'*Association britannique* soit prise comme représentant 0 ohm,9866.

6. Qu'un étalon matériel, construit en métal solide et vérifié par comparaison avec l'unité de l'*Association britannique*, soit adopté comme ohm étalon.

7. Que, pour pouvoir remplacer cet étalon, s'il venait à être perdu, détruit ou endommagé, et pour l'usage courant, un nombre limité de copies en soient faites, qui seraient périodiquement comparées à l'ohm-étalon et à l'unité de l'*Association britannique*.

8. Que des résistances construites en métal solide soient adoptées comme étalons du *Board of Trade* pour les multiples et les sous-multiples de l'ohm.

9. Que l'étalon de courant électrique s'appelle l'ampère et ait pour valeur 0,1 (un dixième) en prenant pour unités le centimètre, le gramme et la seconde.

10. Qu'un courant constant qui, en passant dans une solution de nitrate d'argent dans l'eau, dans les conditions que spécifie la note jointe à ce rapport [1] dépose de l'argent à raison de $0^{gr},001118$ par seconde, soit considéré comme un courant d'un ampère.

11. Qu'un courant alternatif d'un ampère signifie un courant tel que la racine carrée du carré moyen de son intensité, évaluée en ampères, soit 1.

12. Que des instruments construits sur le principe de la balance, dans lesquels la disposition particulière des conducteurs donne lieu à des forces attractives ou répulsives qui ne dépendent que de la grandeur du courant qui passe, forces contrebalancées par des poids connus, soient adoptés comme étalons du *Board of Trade* pour la mesure des courants, soit constants, soit alternatifs.

13. Que l'étalon de *pression électrique* s'appelle le volt et soit la pression qui, appliquée à un conducteur d'un ohm de résistance, y produit un courant d'un ampère.

14. Que la pression électrique à la température 62°F. (16°,67C.) aux pôles ou électrodes d'une pile voltaïque connue sous le nom d'élément Clark, soit regardée comme ne différant de 1volt,433 que d'une fraction qui sera déterminée par un Comité nommé pour étudier la question et qui préparera une note pour la construction et l'usage de cet élément.

15. Qu'une pression alternative d'un volt désigne une pression telle que la racine carrée de son carré moyen, exprimée en volts, soit égale à l'unité.

16. Que des instruments construits sur le principe de l'électromètre à quadrants de Sir W. Thomson, employé idiostatiquement, et par les hautes pressions des instruments fondés sur le principe de la balance où les forces électrostatiques soient contrebalancées par un poids connu, soient adoptés comme étalons du *Board of Trade* pour la mesure de la pression constante ou alternative.

On se réserve de fixer les modèles d'appareils qui seront employés pour les diverses mesures. On tolérera dans les étalons un défaut d'exactitude de $\frac{1}{100}$ pour 100 (c'est-à-dire $\frac{1}{10000}$) dans l'étalon de résistance, de $\frac{1}{10}$ pour 100 dans l'étalon de courant, et de 1/4 pour 100 dans l'étalon de pression électrique.

On remarquera que, contrairement à ce qui a eu lieu pour le *mètre*, qui, destiné dans le principe à représenter la dix-millionième partie du quart du méridien, n'en est pas moins *défini* aujourd'hui par la longueur du mètre-étalon des Archives, l'*ohm* est *défini* comme valant un milliard d'unités électromagnétiques C. G. S., et l'on admet ensuite que la colonne de mercure de 106 cm. 3 *réalise* suffisamment cette unité théoriquement définie.

On a franchement adopté la valeur 106,3 pour la longueur de la colonne de mercure d'un ohm. On ne s'est plus arrêté aux susceptibilités qui avaient empêché les électriciens d'adopter ce nombre, moyenne des mesures récentes, au lieu de garder le nombre 106 qui tenait trop de compte des premières mesures, très remarquables, il est vrai, mais notablement moins précises que les suivantes.

Les étalons de résistance devront être non en mercure, mais en métal solide.

Remarquons enfin les noms donnés aux grandeurs électriques. On ne parlera plus d'*intensité de courant*, mais seulement *de courant :* c'est une simplification de langage qu'avaient déjà adoptée nombre de savants. On substitue au nom de *force électromotrice* celui de *pression électrique :* on a voulu une désignation courte pour les applications : peut-être l'adoption du mot *pression*, déjà employé dans une acception tout autre, n'est-elle pas très heureuse.

On ne peut songer à résumer la discussion générale sur les unités électriques. Disons seulement qu'on a proposé pour l'unité pratique de selfinduction, égale à 10^9 centimètres, les noms de *quadrant*, de *secohm* et de *henry*. C'est le mot *henry* qu'emploie M. Preece dans ses travaux de téléphonie.

Quelques savants, frappés de certains inconvénients du système C. G. S., proposaient d'en changer et indiquaient d'autres systèmes d'unités. Mais l'*Association* n'a pas paru disposée à recommencer tous les dix ans le travail du *Congrès des Electriciens*. Elle a sanctionné les conclusions du rapport du *Board of Trade :* c'est la consécration officielle et légale d'une grande œuvre scientifique, à laquelle l'*Association britannique* a contribué pour sa large part.

Bernard Brunhes,
Agrégé des Sciences physiques.

1. On recommande d'employer, pour la mesure des courants de l'ordre de 1 ampère, une solution de 15 gr. de $AgAzO^3$ pour 85 gr. d'eau. La capsule de platine servant de cathode et recevant le dépôt a un diamètre de 10 cm. et une profondeur de 4 à 5 ; l'anode est une plaque d'argent pur de 30 cm. carrés et d'une épaisseur de 2 à 3 mm.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier

Paris.— Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.